PRESSE

SCIENTIFIQUE

DES

DEUX MONDES

REVUE UNIVERSELLE

DES SCIENCES ET DE L'INDUSTRIE

N° 15 — ANNÉE 1861, TOME TROISIÈME

Livraison du 1er Août

PARIS

AUX BUREAUX DE LA PRESSE SCIENTIFIQUE DES DEUX MONDES

20, Rue Mazarine, 20

A L'IMPRIMERIE DE DUBUISSON ET Ce

5, Rue Coq-Héron, 5

SAINT-PÉTERSBOURG : Dufour; Jacques Issakoff. — LONDRES : H. Baillière, Barthès et Lowell.

BRUXELLES : A. Deck. — LEIPZIG : Weigel. — NEW-YORK : Baillière.

1861

AVIS A NOS ABONNÉS

La *Presse scientifique des deux mondes* commence, avec ce numéro, la deuxième année de son existence; elle a acquis, on peut le dire, la juste renommée d'un recueil fait avec conscience, et rendant service à la propagation de toutes les découvertes industrielles ou scientifiques; aucun de ses collaborateurs n'a failli dans la tâche acceptée. Mais, pour que l'œuvre s'améliore et marche vers la perfection, il lui faut l'appui énergique de tous ceux qui aiment les sciences et se dévouent aux progrès de l'industrie.

Ceux de nos souscripteurs, dont l'abonnement expire au mois de juillet, sont instamment priés de bien vouloir le renouveler, afin d'éviter toute interruption dans l'envoi de leurs numéros. On s'abonne en envoyant au *directeur de la Presse scientifique des deux mondes, 20, rue Mazarine, à Paris*, la somme de 25 fr. pour l'abonnement d'un an, celle de 14 fr. pour l'abonnement de six mois, soit en un bon de poste dont on garde la souche qui sert de quittance, soit en un bon à vue sur Paris.

Toute personne qui enverra trois abonnements nouveaux d'un an, ou six abonnements de six mois, recevra en prime et gratuitement les deux volumes parus en 1860; toute personne qui enverra six abonnements nouveaux d'un an, ou douze abonnements de six mois, recevra également en prime et gratuitement les quatre volumes parus jusqu'à ce jour. L'époque n'est pas éloignée où les volumes seront épuisés, et où il sera impossible de se procurer toute la collection de la *Presse scientifique des deux mondes*.

SOMMAIRE

DES ARTICLES CONTENUS DANS LA LIVRAISON DU 1er AOUT 1861.

PAGES

CHRONIQUE DE LA SCIENCE ET DE L'INDUSTRIE (2e quinzaine de juillet), par M. BARRAL 193

PROGRÈS DE LA BALISTIQUE EXTÉRIEURE, par M. MARTIN SAINT-LÉON . . . 209

REVUE DES TRAVAUX DE PHYSIQUE EFFECTUÉS EN ALLEMAGNE, par M. FORTHOMME 214

LE SERVICE DE L'ENTRETIEN DANS LES CHEMINS DE FER, par M. ARTHUR RUFIN 223

SCÈNES DE LA NATURE DANS LES ÉTATS-UNIS, par M. MARGOLLÉ 235

DE L'ÉLECTRICITÉ DU MOUVEMENT MOLÉCULAIRE COMMUN, par M. le Dr JULES GUYOT 246

OBSERVATIONS PHOTOGRAPHIQUES DE WARREN DE LA RUE, par M. W. DE FONVIELLE 257

LETTRES SUR L'EXPOSITION INDUSTRIELLE DE MARSEILLE, par M. JAMET . . . 261

RÉDUCTION DE LA PHYSIQUE A LA MÉCANIQUE, par M. N. LANDUR 274

COMPTES RENDUS DES SÉANCES PUBLIQUES HEBDOMADAIRES DU CERCLE DE LA PRESSE SCIENTIFIQUE, par M. AMÉDÉE GUILLEMIN 282

NOTA. — Tous les articles de la *Presse scientifique des deux mondes* étant inédits, la reproduction en est interdite, à moins de la mention expresse qu'ils sont extraits de ce recueil.

CHRONIQUE DE LA SCIENCE ET DE L'INDUSTRIE

(DEUXIÈME QUINZAINE DE JUILLET)

Inauguration de la statue de Thenard, à Sens ; enthousiasme des populations pour la mémoire d'un simple savant. — Discours prononcés ; travaux scientifiques de Thenard ; discours de M. Dumas. — Discours de M. Barral ; influence des découvertes de Thenard sur les progrès de la pratique industrielle. — Fête à la suite de la cérémonie d'inauguration. — Edition anglaise d'un traité des comètes, extrait des œuvres d'Arago. — Réunion à Dresde des astronomes allemands. — Les officiers de marine formant un corps d'observateurs des sciences physiques et naturelles. — Présidence de la Société royale de Londres offerte à lord Brougham. — Prochaine réunion à Dublin du congrès de la Science sociale. — Société d'économie sociale ; prix fondé par M. le baron de Damas ; question de la famille. — Exposition des arts industriels à Paris. — Exposition de Rothweil ; horlogerie, armes à feu, voitures, tissus. — Liste méthodique des métiers de l'industrie anglaise. — Glossaire des termes scientifiques. — Encyclopédie des sciences physiques, publiée à Leipzig. — Les aérostats employés dans la guerre des Etats-Unis.

Une cérémonie imposante a eu lieu durant cette quinzaine, c'est celle de l'inauguration de la statue de Thenard sur une place publique de la ville de Sens (Yonne). Les amis des sciences doivent s'intéresser d'une manière toute particulière à cet hommage rendu à un simple chimiste, attendu l'unanimité des sentiments qui ont guidé les souscripteurs du monument, attendu surtout l'empressement des industriels à venir payer un tribut de reconnaissance à un savant.

Notre célèbre chimiste Thenard était né aux environs de Sens, en 1777 ; on se souvient qu'il est mort à Paris à l'âge de 80 ans, en 1857. Ses compatriotes, s'enorgueillissant avec raison d'avoir vu un enfant sorti des rangs du peuple s'élever aux plus hautes dignités de l'Etat et acquérir une renommée universelle par des découvertes aussi grandes qu'utiles, ont résolu de lui élever une statue.

La souscription nationale qui fut ouverte donna bientôt une somme suffisante, et quoiqu'il n'y ait que quatre ans que la tombe de Thenard soit fermée, la statue de l'illustre chimiste, due au ciseau du sculpteur Droz, est déjà posée sur le granit, sur une place publique de Sens.

Thenard est représenté vêtu de la toge universitaire, dans cette attitude de bonhomie n'excluant pas la noblesse, connue de plus de quarante mille élèves qui ont suivi ses cours, pendant le professorat le plus brillant dont les annales de la chimie gardent le souvenir. Deux médaillons représentent les allégories de la science et de la bienfaisance, deux mots qui caractérisent la vie de Thenard.

L'inauguration du monument sénonais a eu lieu le 20 juillet. Nous avouons l'émotion profonde que nous a fait éprouver cette solennité. Nous ne croyons pas qu'il nous sera jamais donné d'assister de nouveau au spectacle d'une immense population de paysans et d'ouvriers accourue pour rendre hommage non pas à un potentat, non pas à un guerrier, mais à un simple savant.

Toutes les maisons de Sens étaient pavoisées de drapeaux, garnies de feuillages et de fleurs; plus de dix arcs de triomphe étaient dressés. Sauf quelques gendarmes, la force publique était absente. De nombreuses députations étaient venues des villages voisins. Plusieurs associations musicales chantaient des cantates à la gloire du chimiste. Le corps des pompiers de la ville de Sens rendait les honneurs militaires.

Lorsque le voile qui cachait la statue tomba tout à coup, d'immenses acclamations retentirent : il y avait là certainement dix mille assistants entassés les uns sur les autres, sur des tribunes, aux fenêtres des maisons et jusque sur les toits. Puis toute cette population eut le courage héroïque de rester pendant plus de deux heures exposée à l'action d'un soleil ardent sans faire le moindre bruit, si ce n'est pour applaudir de temps à autre onze orateurs qui tour à tour vinrent exprimer l'admiration ou la reconnaissance des corps savants auxquels Thenard avait appartenu, ou des sociétés utiles qu'il avait fondées ou soutenues.

Le maire de la ville de Sens, M. Deligand, a commencé par remercier les souscripteurs, dont l'empressement a permis l'érection si prompte de la statue de Thenard; puis ont été écoutés avec une remarquable attention, M. Dumas, qui parlait au nom du ministre de l'instruction publique; M. Arsène Houssaye, au nom du ministre d'Etat; M. Javal, député de l'Yonne, dont Thenard fut, par deux fois, le représentant à l'ancienne Chambre des députés; M. Balard, au nom de l'Académie des sciences, à laquelle Thenard appartint pendant 47 ans; M. Stanislas Julien, au nom du Collége de France; M. Hébert, au nom de la Sorbonne; M. Pasteur, directeur de l'Ecole normale supérieure; M. Lecanu, professeur à l'Ecole de pharmacie; M. Boudet, trésorier de la Société des Amis des sciences, fondée et richement dotée par Thenard pour venir en aide aux savants pauvres, et surtout à leurs veuves et à leurs orphelins; nous-même nous avons dû prendre la parole au nom de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, dont Thenard fut pendant de longues années le président, et au nom des anciens élèves de l'Ecole polytechnique, qui ont tant aimé l'enseignement de l'illustre professeur. Tous les orateurs ont rendu successivement témoignage du respect et de la reconnaissance que la postérité doit à Thenard.

M. Dumas a remis, au nom de l'Empereur, au maire de Sens, la croix de la Légion d'honneur, pour le récompenser de son zèle à avoir fait si vite aboutir une souscription nationale destinée à honorer la science française.

Pour ceux qui, plus jeunes que nous, peuvent ne pas savoir tous les titres de notre maître à la reconnaissance publique, nous ajouterons ici que Thenard, avec Gay-Lussac, a donné le moyen de préparer en grand le potassium et le sodium, ces deux métaux étranges qui sont plus légers que l'eau et qui ont conduit à obtenir l'aluminium ; qu'avec le même chimiste, il a découvert le bore; qu'il a créé un bleu qui porte son nom et qui permet de recouvrir d'un riche éclat les poteries de nos fabriques; qu'il a trouvé le moyen, encore employé aujourd'hui, de purifier l'huile de colza de manière à lui enlever toute mauvaise odeur et à la faire brûler avec la plus grande facilité ; qu'il s'est occupé utilement de la composition des principaux liquides de l'organisme animal, de l'action des mordants dans la teinture, de la fabrication de la céruse, de la destruction des animaux nuisibles à l'agriculture, de l'assainissement des lieux bas et humides, de la préparation d'un enduit hydrofuge nécessaire pour la conservation des peintures murales ; qu'enfin, l'eau oxygénée, sa plus belle découverte en chimie pure, a été appliquée à la résurrection des couleurs des tableaux des maîtres dont les chefs-d'œuvre étaient effacés par le temps. Certes, tant de services rendus à la science, à l'industrie et aux arts légitiment l'érection d'un monument qui rappellera à la postérité les traits d'un homme de bien en même temps que d'un homme de génie. Le discours de M. Dumas rend du reste un magnifique hommage à la mémoire de son illustre prédécesseur comme l'un des principaux chefs de la chimie française ; nos lecteurs nous sauront gré certainement d'en avoir fait l'extrait suivant :

Quand, à la fin du siècle dernier, Lavoisier, avec le concours de ses collaborateurs, dévoilait enfin la composition si longtemps ignorée de l'air et de l'eau, la nature si longtemps méconnue des métaux, du soufre et du charbon ; qu'il expliquait la composition des plantes et celle des animaux ; qu'il analysait les phénomènes de la combustion et ceux de la respiration, la philosophie naturelle, fondée sur des bases si nouvelles, en recevait un essor qui, après avoir absorbé sa vie trop courte, celle de Berthollet, de Scheele, de Priestley, de Proust, laissait encore les imaginations en travail, de riches moissons à récolter et de grands problèmes à résoudre.

Au moment où ces nobles figures disparaissaient de la scène, Dalton, Davy, Berzélius, Gay-Lussac et Thenard y prenaient place à leur tour, et, par leurs efforts réunis, la chimie, recevant sa dernière forme, devenait pour la philosophie naturelle ce qu'est la géométrie pour les sciences de calcul, la méthode des inventeurs.

Thenard apportait dans ce tribut de suprêmes efforts : sa belle étude des

éthers complexes; sa part dans la décomposition de la potasse et de la soude par les seuls efforts de la chimie; dans l'extraction abondante du potassium et du sodium, métaux si étranges par leur légèreté, l'énergie de leurs réactions et leur combustion brillante et facile; dans l'analyse de la plupart des gaz connus; dans la connaissance des lois qui règlent la composition des matières organiques; enfin, et sans partage, dans la plus admirable des créations de la chimie, celle de l'eau oxygénée. Œuvres d'élite, dignes des plus grands maîtres, qui assurent au nom de Thenard une place dans la mémoire des hommes, tant que les sciences seront cultivées.

L'ouvrage qu'il a publié de concert avec Gay-Lussac et où les deux amis ont raconté les conquêtes de cette campagne glorieuse qui dura quatre années, le laboratoire de l'École polytechnique, incessamment en feu, chaque jour voyant éclore quelque nouveauté sortie de leurs mains habiles et favorisées, reste comme un modèle inimitable.

Sous le titre modeste de *Recherches physico-chimiques*, il offre par l'importance des découvertes, l'abondance et la précision des détails, la noble convenance du style et la beauté de la méthode, le seul de nos livres qui soit fait pour prendre place à côté des œuvres de Lavoisier, dont il est la digne et nécessaire complément.

Voilà sur quels titres s'appuyait, en se présentant devant le public, ce professeur si admirablement doué d'ailleurs, qui, par trente années d'un enseignement dont la fortune n'avait jamais été atteinte et ne sera jamais dépassée, a initié à la connaissance de la chimie et à celle de la méthode expérimentale plus de quarante mille élèves français et étrangers.

Grand et prodigieux succès, dont la durée resterait un problème étrange, si on ignorait que Thenard, guidé par l'instinct le plus sûr, tout en enseignant la même science à la Sorbonne, au Collége de France et à l'École polytechnique, avait varié son procédé dans chacune de ces trois chaires.

A la Sorbonne, devant quinze cents auditeurs à leur début, il restait professeur. Son enseignement classique, choisi, élémentaire, contenu, devenait pénétrant à force de clarté, puissant à force de sobriété et de justesse. Il donnait à l'auditoire ce qu'il est nécessaire de savoir, rien de plus; et dans cette foule attentive, tous avaient compris, la plupart avaient retenu.

Au Collége de France, entouré de trois cents élèves déjà préparés par de préalables études, il prenait l'attitude du maître. Il montrait le chimiste lui-même opérant dans son laboratoire. Plus familière et plus expansive, sa parole embrassait le champ de la science tout entier, s'arrêtant dès que le fait et la certitude allaient lui faire défaut, et que la conjecture et l'hypothèse allaient prendre leur place.

A l'École polytechnique, il était en famille, comme un père au milieu des siens. Ce n'est pas seulement à l'auditoire qu'il s'adressait, c'était à chaque élève; il avait charge d'âmes. La parole du professeur demeurait toujours grave, mais celle de l'ami mêlait aux préceptes de la science les leçons d'un grand administrateur, les conseils d'une expérience consommée. Il n'oubliait jamais qu'il s'adressait aux généraux futurs de nos armées, aux directeurs futurs des grands travaux de l'État, et il leur apprenait par d'heureuses diversions, qu'aucun autre ne se serait permises, comment on gou-

verne les hommes et au prix de quels soins on maîtrise les forces de la nature.

L'action de Thenard sur ce jeune auditoire était vive et durable; mais partout il exerçait le même ascendant. Dès qu'on entrait dans sa sphère il fallait le subir. On était subjugué par cette physionomie ouverte, cette bonne humeur sympathique, cette argumentation nette, cette franchise gauloise, avant de s'apercevoir qu'on était emporté par une volonté qui n'aimait pas la résistance. L'honnête homme rayonnait si noblement en lui, qu'on sentait qu'un cœur pur, une raison droite, une conscience sans reproche, pouvaient seuls animer de tels regards, inspirer de tels accents. A peine assis sur les bancs de son amphithéâtre, on lui appartenait; jamais une âme bien née n'essaya de lui échapper, et il faudrait plaindre ou redouter quiconque, l'ayant approché, s'en serait éloigné.

Mais dans l'enceinte de ces murs témoins des luttes, des travaux et des joies de sa jeunesse, au milieu de cette École polytechnique où la passion qu'il portait à chaque élève donnait à son enseignement une note plus personnelle et plus émue, il subissait sans s'en apercevoir l'influence d'un théâtre plein de souvenirs. A l'occasion d'un fait, d'une expérience, d'une théorie, involontairement il mettait en scène ses collaborateurs et lui-même. Tel corps, c'est là qu'il fut découvert, à cette place même et par tel procédé; cette réaction, c'est ici qu'elle fut tentée; ce mélange détone, mais nous l'avions prévu quand il fut éprouvé pour la première fois, disait-il, et les murs vous montrent encore les traces de sa première explosion. L'auditoire, entraîné par cette science remontant à sa source, prenait le même intérêt que lui à ressaisir les détails de sa vie de laboratoire, qu'une mémoire aussi sûre qu'étendue lui retraçait en ces occasions avec une merveilleuse fidélité.

C'est par l'épreuve de ce triple enseignement, si fortement constitué, que s'étaient classés, ordonnés et épurés, les excellents matériaux de son *Traité de chimie*, ouvrage qui n'a pas été remplacé, véritable monument de la science dans les premières années du siècle. Tout y porte l'empreinte du maître : détails infinis, toujours corrects; méthode neuve, d'une logique saillante; plan simple, où, dès ses premiers pas, l'élève marche sans guide. Grandes et rares qualités, que peuvent seules réunir ces œuvres où un professeur heureux résume l'expérience de sa vie, et qui ne se rencontrent jamais dans ces livres écrits loin du contact de la jeunesse, même quand ils le sont par les savants les plus dignes de la diriger.

Thenard était né professeur. Les heures qu'il passait au milieu de ses élèves ont été les plus pleines de sa vie. Sa réputation européenne, l'éclat de ses découvertes, sa parole noble et abondante, sa dignité, son attitude magistrale, l'ordre savant de ses idées, la clarté de son exposition et le choix heureux de ses expériences, tout contribuait à établir entre son auditoire et lui cette harmonie et ces rapides communications sous l'excitation desquelles le professeur s'enflamme, s'élève, embrasse et parcourt d'un regard assuré le champ de la science qu'il vient de dérouler, saisit dans la chaleur de l'improvisation des aperçus nouveaux et jette dans toutes les âmes cette fièvre de l'invention dont il est dévoré lui-même.

Noble mission, de toutes la plus noble, lorsque le professeur, dominant son sujet, peut atteindre ainsi la poésie de la science, tout en restant l'apôtre de la vérité; si Thenard s'en est laissé distraire, c'est qu'ayant reçu beaucoup de la France, il ne se crut jamais le droit de refuser son concours au gouvernement de son pays.

Combien de travaux ignorés et d'études poursuivies sans retentissement, pour donner à l'administration publique des lumières nécessaires à la bonne préparation des règlements ou des lois! Membre du comité consultatif placé près du ministre du commerce, son savoir étendu, son sens droit, son esprit ferme et pratique n'y laissaient aucune question sans réponse, aucune difficulté sans solution.

Mêlé, comme Chaptal, au jugement de toutes les expositions des produits de l'industrie, président après lui de la Société d'encouragement, ses conseils, ses excitations, ses éloges exerçaient sur tous nos manufacturiers une profonde influence. Ils ne l'ont point oublié, et quand, au dernier jour de sa vie, il tendit près d'eux la main en faveur des orphelins et des veuves de la science, leur générosité répondit noblement à son appel, et vous-mêmes, quand vous les avez sollicités, à votre tour, de concourir à l'érection du monument que nous inaugurons, vous savez quel a été leur empressement.

Si la richesse publique s'est améliorée en France, si l'agriculture et l'industrie ont tiré mieux parti des produits du sol, si le niveau des fruits du travail s'est élevé, si la concurrence intérieure a baissé les prix et si la concurrence étrangère est devenue presque acceptable, l'enseignement public de Thenard dans sa chaire, à la Société d'encouragement et au jury central, y a pris une grande part.

Il en ressentait une juste fierté, et si le discours remarquable qu'il prononçait devant le roi, à la clôture de l'exposition de 1844, se borne à dérouler le tableau exact et merveilleux des conquêtes de l'industrie unie à la science, on sent que l'orateur n'ignore pas qu'il aurait eu le droit, en remontant aux causes, de s'en enorgueillir à la fois pour lui-même et pour la France; non point parce qu'il avait imaginé un nouveau bleu minéral, une céruse nouvelle, ou même un procédé toujours employé pour la purification des huiles, mais parce qu'il avait, plus que personne, fait pénétrer dans les ateliers, à côté du sentiment inné du goût qui caractérise notre nation, la connaissance des données exactes de la science et l'emploi de cette méthode expérimentale qu'elle a fondée et à laquelle rien ne résiste.

Au moment où Thenard était au plus haut de sa popularité et de sa gloire, comme professeur, il fut appelé au Conseil de l'instruction publique, à la tête duquel il prit place, plus tard, comme chancelier de l'Université. Qu'il ait porté dans l'accomplissement de ses nouveaux devoirs l'esprit de suite, la modération, la passion du bien, les saintes colères même en faveur du juste et du vrai, qui étaient comme le tempérament de son âme, personne n'en doute et l'Université ne l'oubliera pas...

O vous qui demandez aux travaux de la sience la gloire, les honneurs, la richesse peut-être, il a été donné à Thenard de vous offrir deux fois, en

traversant les deux grandes épreuves de la vie, les plus nobles exemples!

Il avait résisté à la bonne fortune. Quand la Providence le comblait de ses dons, nul ne s'est aperçu que son cœur en fût changé. Quel est l'ami qu'il ait perdu, quelle est l'amitié qu'il ait dédaignée? N'était-il pas le même, chancelier de l'Université et pair de France, que lorsqu'il débutait comme répétiteur à l'Ecole polytechnique; millionnaire, que lorsqu'il arrivait à Paris pauvre et ignoré? Sa vie et ses goûts n'étaient-ils pas demeurés également simples, et n'était-il pas plus accessible même, plus bienveillant, plus serviable, à mesure que la destinée le portait plus haut? Si le sort le rapprocha des grands, oublia-t-il jamais qu'auprès d'eux il représentait la science et qu'elle a droit à leur respect? S'il se montra courtisan, n'est-ce pas seulement auprès de ces jeunes mérites dont il saluait la naissance avec amour, dont il signalait les succès avec tendresse et au milieu desquels il vivait comme le plus indulgent des pères, comme le plus sûr des amis?

Il résista à l'adversité. Cette âme vraiment noble, qui n'avait joui du pouvoir que pour servir le talent, de la fortune que pour faire le bien, du bonheur que pour le répandre sur les autres, puisa de nouvelles forces dans les tristes épreuves qui vinrent le surprendre. L'Académie le vit plus assidu, la science plus attentif à ses progrès, l'Université plus occupé de ses dangers, l'amitié plus affectueux, la douleur plus sympathique. On sentait bouillonner en lui les élans d'une charité qui cherchait à se faire jour, que le malheur attirait et qui réclamait comme un droit le partage de toutes les souffrances. Aussi, quand vint la pensée de fonder cette *Société des amis des sciences*, l'espoir des familles des savants enlevés avant l'heure, la tutrice de leurs enfants, quel réveil d'ardeur et de jeunesse! Le vieillard ne se rappelait son âge, le blessé ses douleurs, que pour se répéter qu'il fallait se hâter et que le terme de la vie était proche. Debout dès l'aurore, écrivant de sa main des lettres par centaines, arrivant à l'improviste chez tous ceux dont il espérait le concours, sollicitant avec autorité et grâce, animant les cœurs dévoués et réchauffant les tièdes, un jour vint où l'œuvre était fondée et où, voulant assurer sa durée, il en confiait les destins à ses amis les plus chers dans des notes touchantes, qui furent les dernières pensées de sa vie et les derniers mots tracés de sa main, comme si, ce devoir accompli, il ne lui restait qu'à s'élever vers le Seigneur, en disant à son tour : *Nunc dimittis servum tuum, Domine*!

Encore quelques années, et les auditeurs des cours de Thenard auront disparu; ses travaux, comme administrateur, s'éloignent déjà de nous; son *Traité de chimie* est devenu un livre de bibliothèque, la jeunesse ne le connaît plus; la génération qui dirige les ateliers ignore peut-être son influence sur l'industrie; ses dignités, ses titres ont duré moins que lui; ils ont disparu emportés par les orages; son nom même serait déjà relégué dans l'histoire, s'il n'était conservé dans tout son éclat en un fils qui s'est montré digne de le porter, digne de le rajeunir.

Mais tant que le goût des fortes études n'aura pas disparu de notre pays, tant qu'il restera de nobles infortunes à secourir parmi les martyrs de la science et des cœurs pieux pour veiller sur elles, on s'arrêtera avec respect

au pied de cette statue pour contempler les traits de l'un des auteurs des *Recherches physico-chimiques*, du créateur de l'*eau oxygénée* et du fondateur de la *Société des Amis des Sciences*.

Les événements de ce monde passent; les actes de ceux qui ont administré ses affaires s'oublient; il n'y a d'éternel que les lois qui gouvernent la nature, heureux qui les dévoile à notre admiration! que les vertus qui descendent de Dieu, heureux qui en mourant en laisse après lui le souvenir durable et comme le parfum, pour la consolation de ses proches et pour l'édification de tous!...

Nul lecteur ne s'étonnera que les paroles de M. Dumas aient été, à plusieurs reprises, couvertes des plus chaleureux applaudissements.

On nous pardonnera de placer ici le discours concis que nous avons lu à notre tour; nous perdons certainement beaucoup à rapprocher nos paroles de celles d'un orateur aussi éloquent que M. Dumas; mais comme nous représentions plus particulièrement l'application des sciences à l'industrie et à l'agriculture dans cette solennité, nous tenions à ce que cette partie de la vie de Thenard soit mise en évidence:

Messieurs,

La Société d'encouragement pour l'industrie nationale est née avec le dix-neuvième siècle; fondée par une phalange d'hommes dévoués, qui avaient pour chefs des hommes illustres, Monge, Berthollet, Conté, Chaptal, elle ne tarda pas à demander la collaboration de tous ceux qui, à une science solide, joignaient un vif amour de la grandeur de la patrie. La France avait besoin de développer énergiquement les arts industriels pour garder le sceptre de la puissance matérielle et morale qu'elle avait conquise sur le monde. Thenard entra à la Société dès 1804, et pendant 53 ans il lui a appartenu, 28 ans comme membre du Comité des arts chimiques, 13 ans comme président assidu, 12 ans comme président honoraire. Durant cette longue période, qui a vu s'accomplir les plus merveilleuses, les plus incroyables découvertes, Thenard n'a pas cessé de donner l'exemple du travail le plus actif et de la protection la plus éclairée.

Les progrès des sciences n'atteignent tous leurs développements qu'autant que des laboratoires les vérités descendent dans les ateliers, qu'autant que la théorie donne libéralement la main à la pratique pour y puiser de nouvelles forces et y trouver de plus solides appuis. Thenard concourut d'abord aux progrès des arts par d'ingénieuses inventions et par les avantages dont ses découvertes en chimie pure dotaient les industries les plus diverses. Il est nécessaire de faire preuve de puissance créatrice pour pouvoir donner utilement des conseils à ceux qui sont constamment aux prises avec les faits. En créant le bleu qui porte son nom et qui permet de recouvrir d'un riche éclat les poteries de nos célèbres fabriques, en donnant le moyen de purifier l'huile de colza, de manière à lui enlever toute mauvaise odeur et à la faire brûler avec la plus grande facilité; en appliquant l'eau oxygénée, sa plus belle découverte en chimie pure, à la résurrection des couleurs des tableaux des maîtres, dont les chefs-d'œuvre étaient effacés par le temps; en s'occupant utilement de la composition des principaux liquides de l'or-

ganisme animal, de l'action des mordants dans la teinture, de la fabrication de la céruse, de la destruction des animaux nuisibles à l'agriculture, de la préparation des enduits hydrofuges pour les peintures murales, de l'assainissement des lieux bas et humides, Thenard acquérait cette grande autorité qui fut acceptée sans conteste par les agriculteurs et les industriels, lorsque, dans les trois grandes expositions nationales de 1834, 1839 et 1844, le président de la Société d'encouragement fut élu par ses collègues président du jury central chargé de décerner ces récompenses qui, en signalant les succès obtenus, marquent les rangs dans la hiérarchie du travail.

Les paroles de l'illustre chimiste étaient écoutées comme des oracles, parce qu'on savait qu'il avait pratiqué, qu'il mettait toujours la main à l'œuvre. Ses conseils étaient aveuglément suivis. Il fut de ceux qui convainquirent les industriels qu'il est plus utile pour eux de divulguer leurs recettes empiriques que de continuer à les tenir cachées, comme faisaient leurs ancêtres; parce que la science, en résolvant mille difficultés, en simplifiant les procédés, produit plus de bénéfices que l'emploi des méthodes secrètes, presque toujours compliquées et imparfaites. Du reste, donnant l'exemple constant de l'assujettissement au devoir, Thenard avait le droit de stimuler le zèle de tous. Et on se souvient avec quelle verve et en même temps avec quelle bonhomie, il adressait des allocutions touchantes à ceux qui venaient recevoir de ses mains des médailles qui récompensaient pour le passé et encourageaient pour l'avenir.

La rapidité des progrès de l'industrie ne dépend pas seulement des chefs; les contre-maîtres et les simples ouvriers exercent une énorme influence sur le succès de la plupart des opérations. Thenard l'avait compris de bonne heure, et, comme président de la Société d'encouragement, il attachait la plus grande importance aux médailles décernées aux bons services des ouvriers et des chefs d'ateliers : c'était une joie pour lui de serrer les mains durcies par le maniement de l'outil et de féliciter avec des paroles chaleureuses, sorties du cœur, les travailleurs émérites qui avaient concouru à faire les chefs-d'œuvre dont s'enorgueillit l'histoire de l'industrie française.

Enfant d'un simple cultivateur, il se souvint toujours de son origine; il aimait à se retrouver au milieu des champs, à suivre les progrès si remarquables de l'agriculture nationale. En laissant une grande fortune à son digne fils, il lui a enseigné les devoirs du grand propriétaire agriculteur dans les sociétés modernes.

Les jeunes hommes qui voulaient se vouer à l'étude des sciences trouvaient dans Thenard toutes sortes de secours; il les encourageait lorsqu'ils avaient quelque succès; il remontait leur énergie lorsqu'ils éprouvaient quelque découragement; il les aidait de toutes les façons dans les heures d'épreuve. Si par hasard il lui est arrivé de ne pas protéger un homme dont il avait ignoré le zèle et les efforts, avec quel empressement, quelle ineffable bonté il courait à lui le jour où il apprenait que ses encouragements eussen été bien placés. Aussi nous tous, messieurs, qui avons connu Thenard, qui avons été ses élèves aimés à l'Ecole polytechnique, nous venons dire à la génération qui nous suit : Saluez respectueusement cette statue; elle rap-

pelle la mémoire d'un homme de bien en même temps que d'un homme de génie.

Déjà la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale avait, avant ce jour, concouru à l'inauguration des monuments élevés à quatre de ses fondateurs, à Monge, à Berthollet, à Conté, à Chaptal; Thenard était lui-même sur la place de Séez lorsqu'on découvrit la statue de son illustre parent, de Conté, l'aïeul de ses enfants; il était loin de penser que le même sculpteur, qu'il remerciait avec l'effusion de la reconnaissance, pourrait être un jour chargé de mouler la statue que ses concitoyens lui élèveraient non loin du lieu où il était né.

Messieurs, la solennité qui nous réunit ici, autour du bronze qui doit léguer à la postérité les traits du second président de la Société d'encouragement, le discours éloquent de l'illustre savant qui a succédé à Thenard dans cette présidence, les souvenirs de tant d'œuvres immenses accomplies depuis le commencement de ce siècle, excitent notre admiration. Mais pourrons-nous jamais être les dignes successeurs de la pléiade d'hommes extraordinaires qui nous a devancés dans la carrière? Nous avons le devoir de nous efforcer de suivre les exemples qui nous ont été donnés. Que la mémoire de Thenard, notre maître, nous protége!

Après la cérémonie d'inauguration, un banquet de 200 couverts a eu lieu, sous la présidence de M. Dumas, dans la splendide salle synodale attenant à la cathédrale de Sens. Des toasts ont été portés par M. Dumas, par le préfet de l'Yonne, par M. Camille Doucet, par le maire de la ville, par M. l'abbé Bravard, et enfin par M. Paul Thenard. Puis un concert, puis le lendemain une cavalcade historique, représentant l'entrée que firent à Sens en 1234 le roi Louis IX et la reine Marguerite de Provence; enfin un feu d'artifice et des danses et des jeux ont terminé cette fête magnifique, consacrée à la glorification de la science, des arts de la paix et des travaux de l'intelligence dans celle de l'un de leurs plus dignes représentants.

. Pendant que nous rendons ainsi hommage en France à un illustre chimiste, nous apprenons que l'Angleterre reconnaît la grandeur des œuvres d'un des plus illustres de nos astronomes; les œuvres d'un savant sont le plus durable des monuments qu'on puisse élever à sa mémoire. La librairie Longman, de Londres, va mettre en vente, sous peu de jours, un Traité des comètes, extrait de notre édition des œuvres d'Arago et traduit par l'amiral Smyth et M. Robert Grant, astronome de l'Université de Glasgow. On joindra à cet ouvrage, dont il est désormais superflu de faire l'éloge, une description des comètes découvertes depuis cette époque et notamment de la dernière apparition qui préoccupe en ce moment encore tous les astronomes.

Plusieurs journaux anglais annoncent que les astronomes allemands vont se réunir cette année à Dresde les 20 et 21 août, comme ils se sont réunis l'an dernier à Berlin. Leur réunion aura pour but, cette

année, de discuter la distribution des observations d'étoiles fixes et variables, de nébuleuses, de planètes et de comètes. Les journaux anglais, auxquels nous empruntons cette nouvelle, expriment en même temps le vœu que les astronomes de la Grande-Bretagne imitent cet exemple. Les résultats d'un tel congrès devront être d'autant plus fructueux que les observatoires anglais sont répartis sur toute la surface de la terre, ce qui n'est le cas ni pour les astronomes allemands, ni même pour les astronomes français, malgré la création de l'observatoire d'Alger, qui n'a pas encore fait souvent parler de lui.

Combien une foule de questions, relatives surtout à la physique terrestre, questions toujours discutées et toujours indécises, recevraient de solutions, si les savants pouvaient associer leurs efforts et diriger systématiquement leurs observations vers un but commun, ainsi que Humboldt l'a jadis suggéré. Voici un nouvel effort dans ce sens, fait par le capitaine Anderson, du Canada, qui vient de lire devant une section de la Société littéraire et philosophique de Manchester, un rapport sur la manière d'utiliser les services des officiers de marine. M. Anderson propose qu'un petit nombre de mesures très simples soient recueillies au moyen des innombrables navires qui sillonnent constamment toutes les mers. On aurait surtout en vue de réunir des objets d'histoire naturelle et des observations météorologiques conformes au plan proposé par le lieutenant Maury. Des dispositions peu nombreuses, adoptées d'une manière générale, suffiraient pour convertir nos vaisseaux marchands et nos bâtiments de guerre en observatoires ambulants, étendant sur toute la surface de la planète l'action régulière de la science moderne. Rien n'est plus digne de l'attention des hommes sérieusement dévoués au progrès de la géographie, de la physique, de l'astronomie, de l'histoire naturelle, que la discussion approfondie des suggestions du genre de celle soutenue par M. le capitaine Anderson. La Société de Manchester a voté l'impression et la distribution de l'intéressant *Mémoire* de ce navigateur.

D'après l'*Athenæum*, un certain nombre de membres de la *Société royale* se proposent d'offrir la présidence de ce grand corps scientifique à lord Brougham. Tout le monde sait que l'illustre jurisconsulte est en outre un savant de premier ordre, auquel on doit nombre de mémoires remarquables sur différentes parties des sciences abstraites. En Angleterre, la profession d'avocat a fourni constamment un contingent considérable à l'armée scientifique. Nous citerons comme exemple MM. Sylvester et Cailey, qui avaient tous deux un bureau double, tournant autour d'un pivot. Quand un client venait les voir, ils amenaient devant eux le côté des affaires, puis quand le client était expédié, ils faisaient revenir le bureau des sciences, menant avec un égal succès cette vie en partie double.

Il y a maintenant plus de cinquante ans révolus que le vénérable lord Brougham, ami de Humboldt et d'Arago, a débuté dans la carrière scientifique, par un mémoire inséré dans les *Transactions philosophiques*. Malgré le poids de ce demi-siècle, le spirituel et savant avocat de la reine Caroline ne donne pas le moindre signe d'affaiblissement moral ou même corporel. Il peut faire ses deux lieues à pied et parler pendant quatre heures, sans fatiguer ni lui ni l'auditoire. Nous espérons, comme l'Athæneum, que toutes les candidatures s'effaceront devant celle de ce doyen des hommes illustres d'Angleterre.

Du 14 au 21 août aura lieu, à Dublin, sous la présidence de lord Brougham, le cinquième congrès annuel de la science sociale, sujet que malheureusement la loi nous interdit de traiter; mais nous ne pouvons nous empêcher de mentionner le fait de la réunion de cette Société dont les sessions précédentes ont été si bien remplies et dont les séances attirent ordinairement un si grand concours d'auditeurs.

Grâce aux persévérants efforts de M. Le Play, conseiller d'État et actuellement secrétaire général de la commission française pour l'Exposition universelle de Londres en 1862, les études positives d'économie sociale, reposant sur l'observation directe et non pas sur des rêveries plus ou moins brillantes ou profondes, ont pris aussi en France une grande importance. La Société d'économie sociale s'est livrée à des travaux qui resteront comme base de déductions légitimes. Nous aurons plus d'une occasion d'y revenir; aujourd'hui, nous devons nous borner à reproduire l'annonce suivante d'un prix fondé par M. de Damas.

Un prix de 500 francs a été fondé en 1860 par M. le baron de Damas, pour la meilleure étude sur l'état actuel de la famille en France. M. le baron de Damas avait confié à la Société d'économie sociale la mission de juger les mémoires présentés au concours et de décerner le prix en mai 1861; mais aucun des quatorze concurrents n'ayant rempli complétement les conditions du programme, la question est remise au concours pour l'année 1862. M. le baron de Damas, voulant mieux indiquer l'importance qu'il attache à la question posée, a doublé la somme affectée au premier concours; la Société d'économie sociale, de son côté, y ajoute 500 francs, ce qui porte la valeur totale du prix de 1862 à 1,500 francs.

Afin de donner plus de précision au second concours, les fondateurs du prix ont décidé que la question serait restreinte à la classe des *paysans*, c'est-à-dire des petits propriétaires agriculteurs qui, avec leur famille, emploient sur leurs propres domaines la totalité de leur temps, sans être obligés de travailler au dehors en qualité de salariés. Cette classe, qui, dans l'ancien régime, formait presque seule le fondement de la nation française, en est encore aujourd'hui l'un des éléments essentiels. La vie des paysans, en effet, est intimement liée à la constitution du sol, au régime des eaux, au climat, aux productions spontanées et, en général, aux

conditions primordiales de la vie matérielle. Fortement imprégnés du génie propre de la race, peu accessibles aux idées fausses et aux mauvaises mœurs, qui, à certaines époques, pervertissent les hommes de loisir dans une civilisation raffinée, ils conservent mieux que les autres classes la tradition nationale. C'est donc surtout chez eux qu'il faut rechercher, aux époques d'affaissement moral et de dissensions civiles, les bases de la réforme. A ce point de vue, leur étude est plus fructueuse que celle des classes riches ou des populations urbaines dont l'existence, plus artificielle et plus instable, est moins propre à caractériser une nationalité.

Les fondateurs du prix ont cru devoir également adopter une règle précise pour la forme des travaux qui seront envoyés au concours. Remarquant que l'auteur qui s'est le plus approché du but en 1861 avait adopté la *méthode des monographies*, habituellement employée dans les travaux de la Société d'économie sociale, ils croient augmenter les chances de succès des concurrents en leur imposant cette méthode. L'emploi en a été propagé d'abord par les *Ouvriers euro*[illegible] de M. F. Le Play, puis par les *Ouvriers des deux mondes* de la Société d'économie sociale. Ces deux ouvrages peuvent être consultés au siége de cette société, où les concurrents obtiendront, en outre, les renseignements verbaux dont ils auraient besoin; il faut nécessairement s'y reporter pour se mettre en mesure d'appliquer la méthode imposée aux concurrrents. Sous une forme scientifique parfaitement adaptée à l'exposé des faits économiques ou moraux, cette méthode est tout à la fois un guide dans la voie des études positives et un frein contre l'entraînement des idées préconçues. Fondée principalement sur l'observation d'une famille et sur l'ensemble des faits propres à une localité circonscrite, elle conduit cependant, en ce qui concerne les principes généraux, à des conclusions identiques les observateurs de toutes les contrées. Classés selon leur ordre logique, les faits observés sont accompagnés d'un budget où sont consignées toutes les recettes et toutes les dépenses de la famille décrite; et c'est surtout ce budget qui, en donnant aux recherches de la précision et une direction méthodique, offre de solides garanties d'exactitude. Le travail se termine par une série de notes spéciales concernant les questions soulevées par la monographie et dans lesquelles se développent les réflexions et les conclusions inspirées à l'auteur par les faits observés.

Les observations consignées jusqu'à ce jour dans les deux ouvrage ci-dessus indiqués, ayant révélé l'influence considérable qu'exerce sur la situation des familles le régime des successions, les fondateurs du prix signalent spécialement ce point de vue à l'attention des concurrents. En conséquence, ceux-ci devront surtout constater par des faits, en France ou à l'étranger, si le bien-être matériel et le développement moral des paysans sont mieux garantis par le régime de *partage forcé* qu'ont propagé en France la loi du 7 mars 1793 et le Code civil, que par le régime de *transmission intégrale* conservé, avec les anciennes mœurs, dans plusieurs districts ruraux de la France méridionale.

Les monographies destinées à ce concours devront être adressées, dans la forme ordinaire, avant le 31 décembre 1861, terme de rigueur, au Secré-

taire général de la Société d'économie sociale, quai Malaquais, n° 3, à Paris.

Les monographies qui n'auront point obtenu le prix, mais qui présenteront des faits bien observés, auront droit à une somme de 200 à 500 francs, accordée, selon le mérite des travaux, conformément à l'article 5 des statuts de la Société d'économie sociale, à toutes les monographies publiées dans le recueil intitulé : *Les Ouvriers des deux mondes.* C'est ainsi qu'au concours de 1861 une somme de 500 francs a été attribuée par la Société à l'auteur de monographies qui s'est le plus rapproché du but indiqué par M. le baron de Damas.

Des monographies de la famille dans les civilisations anciennes, si elles avaient été faites, résoudraient aujourd'hui bien des problèmes qu'on se pose sur les destinées des sociétés. Il appartient à notre époque de donner et d'appliquer des méthodes qui, si elles ne peuvent immédiatement produire des résultats, seront du moins d'une incontestable utilité pour nos descendants. Or, c'est pour l'avenir plus que pour nous-mêmes que nous travaillons tous, nous qui nous vouons aux sciences et aux arts.

Les progrès des arts industriels doivent être tenus en plus haute estime en France que dans tous les autres pays, parce que l'art et le goût forment une plus forte part du génie de notre nation. Tout ce qui peut concourir à les mettre en évidence ou à les augmenter doit être accueilli avec faveur. Nous appelons donc l'attention sur le projet d'une exposition des arts industriels, comprenant toutes les œuvres relatives à la décoration ou ayant un rapport avec l'art que MM. le baron Taylor, Guichard et d'autres hommes dévoués viennent de former. Pour avoir des renseignements, il faut s'adresser rue Sainte-Barbe, 6, au secrétariat de la Société du progrès de l'art industriel.

Nous devons mentionner une exposition très modeste, mais cependant très remarquable qui a eu lieu récemment à Rothweil, petite ville de 3,500 habitants, bâtie sur le Necker. Rothweil, située au centre de la partie de la Forêt-Noire qui est soumise au Wurtemberg, est la capitale d'un district peuplé par 370,000 habitans adonnés aux industries les plus diverses. On fabrique dans les environs, avec le plus grand succès, des horloges, des armes à feu, des voitures, des tissus, des chapeaux de paille, des jouets d'enfant en bois sculpté, etc., etc. Aussi cette exposition tout à fait spéciale, les objets étrangers au pays étant systématiquement exclus, a-t-elle offert un intérêt d'autant plus remarquable que la surface du district ainsi représenté est bien inférieure à la moyenne de nos départements français.

Les commissaires anglais de l'Exposition de 1862 viennent de publier une liste alphabétique et méthodique des différents métiers entre lesquels se subdivise l'industrie anglaise. Ils n'en ont pas reconnu

moins de 4,000 différents qu'ils ont cherché à classifier ; mais, quoiqu'ils aient créé 40 classes différentes, il leur a été impossible de trouver la place de chacun de ces arts bizarres dont le nom même est souvent inconnu du public, et qui se créent pour ainsi dire tous les jours. En effet, le perfectionnement des méthodes industrielles multiplie progressivement le nombre des spécialités et produit une division du travail si prodigieuse, qu'il faut lire le manuel des commissaires de la reine pour s'en faire une idée.

De même que les métiers, les termes techniques se multiplient à l'infini ; c'est donc une chose fort utile qu'a faite M. Alexandre Henry en publiant chez Walton et Maberly un Glossaire des termes scientifiques. La publication d'un ouvrage analogue pour la langue française serait fort à désirer, car il y a dans le langage scientifique tant de mots nouveaux, que souvent on ne peut plus suivre les exposés de faits fort simples dont la connaissance intéresse pourtant toutes les classes de la société.

L'extrême développement qu'offrent les différentes branches de la culture scientifique a multiplié en Allemagne les publications encyclopédiques qui sont considérées de l'autre côté du Rhin comme aussi nécessaires que les journaux scientifiques le sont déjà aux yeux du public français. Parmi les collections dont l'existence mérite incontestablement d'être signalée à nos lecteurs, nous citerons aujourd'hui la grande *Encyclopédie de physique*, paraissant depuis trois ou quatre ans chez le libraire Voss, de Leipsig, et devant se composer de vingt-et-un volumes in-8° de six à sept cents pages chacun.

La direction de cette œuvre a été confiée au docteur Karsten, aidé par la collaboration d'un grand nombre de savants distingués, parmi lesquels nous nommerons MM. Decher d'Augsbourg, Feilitsch de Greisswald, Helmnotz de Heidelberg, Schultz de Rostock.

Cette publication, qui continue régulièrement son cours, est conçue sur le plan d'une encyclopédie méthodique, le seul qui convienne dans une entreprise de cette nature. Elle a été partagée en 21 parties différentes, savoir : 1re Notions générales. — 2e Cristallographie. — 3e Mécanique générale. — 4e Attraction à grandes et petites distances. — 5e Mécanique appliquée. — 6e Théorie des ondes et acoustique. — 7e et 8e Optique mathématique. — 9e Optique physiologique. — 10e Effets chimiques de la lumière. — 11e Optique appliquée. — 12e Effets physiques de la chaleur. — 13e Théorie de la chaleur. — 14e Application de la théorie de la chaleur. — 15e Magnétisme. — 16e Magnétisme terrestre. — 17e Electricité de frottement. — 18e Galvanisme. — 19e Electro-magnétisme et induction. — 20e Application de la théorie de l'électricité. — 21e Météorologie. Cette classification, qui n'est peut-être pas tout à fait conforme à celle que nous aurions

choisie nous-même en pareille circonstance, repose cependant sur une conception fort juste des besoins de la science moderne. M. Karsten, comme le recommandent avec raison un grand nombre de philosophes, a essayé de maintenir une division très tranchée entre les deux grandes fractions de la science, la théorie et la technologie. En effet, cette démarcation naturelle tend chaque jour à devenir plus nette, l'art des applications s'élevant progressivement au rang d'une science spéciale greffée sur celle des principes, mais différant complétement de cette dernière, et possédant une existence très réelle.

L'éditeur annonce l'intention de compléter ou rectifier chacune des parties de la collection qui viendrait à vieillir par suite d'une découverte imprévue, de sorte que l'œuvre entière soit toujours tenue au courant des progrès de la science.

L'aéronautique paraît destinée à jouer un rôle important dans la guerre civile des Etats-Unis, car les journaux de l'autre côté de l'Atlantique nous annoncent la création d'un poste de télégraphier aérien, et la nomination de M. Allan, de Rhode-Island, à cette position fort élevée mais fort dangereuse.

Le professeur Lowe a fait dernièrement une reconnaissance près de Fairfax (Virginie), à l'aide d'un ballon captif qui contenait trois personnes. L'*équipage* pouvait se maintenir en communication constante pendant toute la durée de l'ascension avec le corps d'armée fédéral au moyen d'un fil télégraphique.

Voici le texte de la première dépêche qui a été échangée. Elle est adressée au président des Etats-Unis et datée du ballon *Entreprise*, au-dessus de Washington :

« J'aperçois en ce moment une surface de soixante-dix kilomètres de diamètre. La cité, environnée de sa ceinture de camps, offre un spectacle magnifique. J'ai le plus grand plaisir à vous transmettre la première dépêche qui jamais soit descendue d'une station aérienne, et de reconnaître combien je vous suis redevable pour les encouragements que vous avez bien voulu m'accorder, et pour l'occasion que vous m'avez fournie de démontrer combien la science aérostatique peut rendre de services militaires au pays, et de quelle façon elle peut contribuer à la défense de la république.

» *Signé* : Lowe. »

Comme le fait remarquer un journal de New-York, l'électricité, qu'un patriote américain, Franklin, a tirée des nuages, retourne aux nuages portée par un autre citoyen américain. Bientôt sans doute la photographie s'en mêlera, et nous aurons des vues à vol d'oiseau prises par les sentinelles perdues de l'armée fédérale !

J.-A. BARRAL.

PROGRÈS DE LA BALISTIQUE EXTÉRIEURE[1]

M. le général Didion a publié, en 1860, une seconde édition de son *Traité de balistique*. Je me propose d'indiquer sommairement à quel point chacune des deux éditions a laissé l'état de la science. Je dirai ensuite les observations que je lui demande la permission de faire sur la trajectoire du boulet oblong.

Depuis les expériences exécutées à Metz en 1839 et continuées les années suivantes, on commençait à représenter la résistance de l'air par la somme de deux termes, l'un comme le carré, l'autre comme le cube de la vitesse.

Les coefficients, d'abord approximatifs, se rapprochaient de plus en plus de l'expression vraie de la résistance; mais il fallait s'en servir pour représenter le mouvement dans l'air. C'était le difficile.

Le grand mérite du général Didion, dans sa première édition, publiée en 1847, c'est la manière ingénieuse dont il pose le problème de l'équation de la trajectoire, en substituant à l'arc sa projection multipliée par un certain rapport moyen. Cette idée fertile n'aurait jamais pu se présenter à l'esprit d'un pur théoricien : aussi cet ouvrage fait école. La méthode avec laquelle les résultats sont groupés dans la solution obtenue, a permis au général Didion d'abréger les calculs par la construction de tables d'un usage commode, quoique les caractères soient un peu microscopiques, et qui sont à la portée de tout le monde.

Ces tables permettent de déterminer simplement la portée, l'inclinaison, la durée du trajet et la vitesse en un point quelconque. L'exactitude des résultats a été démontrée par des expériences nombreuses. On peut donner la hausse, à quelques millimètres près, quand on change la charge de poudre et le poids du projectile.

L'une des tables est graphique et facilite beaucoup la construction des trajectoires réelles. Enfin, la pénétration des projectiles dans un milieu résistant est traitée avec lucidité. En résumé, cette édition présentait un ensemble de résultats très satisfaisants; aussi a-t-il fallu un événement aussi important que l'emploi du canon rayé pour faire sentir la nécessité d'une édition nouvelle.

Depuis treize ans, la balistique avait fait divers progrès. En 1847, on faisait encore varier, suivant le calibre, la formule de la résistance de l'air; mais dès cette époque le général Didion prévoyait que la distinction pouvait n'être pas fondée, ainsi qu'il l'a indiqué par note.

[1] La balistique se divise en deux parties : la balistique intérieure, ou la science des phénomènes observés dans la bouche à feu; la balistique extérieure, ou l'étude des lois auxquelles le projectile obéit dans l'espace.

Des expériences plus récentes et une nouvelle discussion des anciennes ont démontré la justesse de ses prévisions; aussi la quantité

$$\frac{P}{2ng} = c^{1}$$

qui joue un si grand rôle en balistique est celle modifiée dans la table de l'édition nouvelle, dont le caractère typographique ne laisse rien à désirer. Elle est de 1309,^{m}1 pour le boulet de 24 au lieu de 1337, et pour les balles de fusil la correction est beaucoup plus considérable; la loi est maintenant d'une grande simplicité, car le nombre c est proportionnel au produit du diamètre par la densité.

En continuant la lecture de la deuxième édition, on suit le projectile dans son mouvement dans l'air. Partout l'on trouve des exemples numériques qui facilitent l'intelligence des formules, et le lecteur doit en remercier le général. On remarque, page 133, un exemple du cas le plus difficile, celui d'une trajectoire à grande portée sous un angle de 42°30′. Les résultats sont très concordants si on y corrige deux erreurs typographiques : l'une indiquée à l'errata; l'autre, qui n'a pas été signalée, se trouve dans la colonne des y, au lieu de — 21^{m},89, lisez — 22^{m},43.

Le calcul des probabilités, appliqué au tir des projectiles, avait fait l'objet d'un traité spécial publié par M. Didion en 1858; le général nous en donne le résumé dans son édition nouvelle.

De plus, la théorie du boulet oblong est établie. Elle comprend :

1° La résistance de l'air;

2° Le mouvement dans l'air modifié par deux déviations, l'une verticale, l'autre latérale [2];

3° La pénétration du projectile.

Les limites du cadre que je me suis tracé ne me permettent pas d'analyser comme il le mérite, un ouvrage si étudié et si bien réussi. Je me borne à un seul point dont on reconnaîtra l'importance.

L'équation de la trajectoire du boulet oblong, telle qu'elle est pro-

[1] P est le poids du projectile, n le produit d'un coefficient d'expérience par la surface d'un grand cercle du boulet, g la pesanteur.

[2] Un projectile dans l'air est généralement soumis à des déviations de diverses natures et dans des sens différents; mais pour le boulet oblong, la position du centre de gravité produit la stabilité de l'axe de rotation, et il en résulte deux dérivations qui ont toujours lieu dans le même sens.

Le boulet lancé suivant un angle de projection quelconque, conserve une série de positions parallèles, tant qu'aucune force ne vient les modifier. L'inclinaison de la courbe diminue à chaque instant et change de sens au sommet; le boulet prend donc une position inclinée à la trajectoire, la pointe dirigée vers le haut, et se présente obliquement à l'action de la résistance de l'air. La pression étant plus grande au-dessous qu'au-dessus du boulet, il en résulte une force dirigée de bas en haut, qui retarde la chute du projectile et augmente la portée. C'est ce qu'on appelle la déviation verticale.

La déviation horizontale dépend du sens de l'hélice. Dans le sens habituel elle est de gauche à droite, pour un observateur placé derrière le canon.

posée au monde savant, ne diffère de celle du boulet sphérique qu'à cause des déviations. Le calcul de ces déviations présente donc un grand intérêt. Quand cette intéressante question sera complétement résolue, la balistique extérieure, qui était encore si peu avancée il y a vingt-deux ans, pourra être regardée comme une science faite.

Le général Didion offre au lecteur deux formules de dérivation, dans lesquelles la force déviatrice est comparée soit à la pesanteur, soit au vent; mais ces formules ne semblent pas assez rapides, aussi en propose-t-il plusieurs autres entre lesquelles le choix flotte incertain. A mon avis, cette incertitude vient du peu de précision des données fournies au général, sur la résistance de l'air au boulet oblong. Les coefficients essayés jusqu'ici sont une fraction quelconque de la résistance totale au boulet sphérique de même section. Je prétends démontrer, au contraire, que le coefficient du carré de la vitesse seul diminue avec le boulet oblong, et que celui du cube de la vitesse reste égal ou même augmente.

Le lecteur qui aura la patience de suivre les détails dans lesquels je suis obligé d'entrer, trouvera en chemin un curieux résultat inédit.

Soit ρ la résistance, n le coefficient du premier terme, r le rapport du coefficient n à celui du second terme, v la vitesse:

$$\rho = n\,v^2 + \frac{n}{r}\,v^3,$$

et en nombres :

$$\rho = 0{,}027\,\pi\,R^2v^2 + 0{,}0023\,n\,v^3.$$

La résistance de l'air étant représentée par un binôme doit avoir au moins deux causes. J'ai cherché à distinguer la cause de chacun des deux termes, en commençant par le boulet sphérique et en appliquant ensuite les résultats au boulet oblong.

Considérons un boulet sphérique avant l'origine du mouvement. Il est soumis de toutes parts à la pression atmosphérique, qui sera égale dans tous les sens, en faisant abstraction de la hauteur du projectile.

Imaginons ce boulet coupé par un grand cercle perpendiculaire à la ligne de tir, la résultante de la pression sur la surface antérieure est égale à une atmosphère multipliée par la surface de section.

La surface postérieure supporte une pression égale dans la même direction, mais dans le sens opposé. Soit $+H$ et $-H$, ces deux forces dont la valeur absolue, indépendamment du signe, sera négative comme celle de la résistance,

$+H - H = 0$. Il y a équilibre.

Considérons le boulet en mouvement.

La pression augmente à l'avant et diminue à l'arrière. Nous allons examiner comment ce double fait est représenté dans l'expression connue de la résistance de l'air. La surface antérieure supporte, outre la pression atmosphérique, une augmentation de pression qui vient de la résistance que l'air oppose au déplacement. Il y a donc, entre le boulet et l'air ambiant, un milieu comprimé qui agit comme un ressort pour transmettre le mouvement. Cette force de ressort n'augmente pas le poids réel à déplacer. En effet, la force perdue dans la transmission doit être regardée comme nulle à cause de la qualité éminemment élastique du gaz. On peut donc considérer l'augmentation de pression moyenne comme la mesure de la force qui déplace l'air au-devant du boulet. Cette force est proportionnelle au carré de la vitesse ou égale à $n v^2$. La force totale qui agit sur la partie antérieure est donc $nv^2 + H$.

Le second terme du binôme ne peut donc plus s'expliquer que par le vide qui se forme à l'arrière. La surface postérieure supporte dans la même direction, mais en sens contraire, la pression atmosphérique diminuée d'une force proportionnelle au cube de la vitesse, et la résistance provenant de cette cause est $-H + \frac{n}{r} v^3$.

Ainsi la résistance se compose de deux poids dus, l'un à l'augmentation de pression à l'avant, l'autre à la diminution de pression à l'arrière.

Le premier de ces deux poids croît indéfiniment à mesure que la vitesse augmente, mais il n'en est pas de même du second; le vide ne peut être inférieur à zéro. Lorsque l'expression $\frac{n}{r} v^3$ sera égale à H, la pression sera nulle sur la partie postérieure, et dès lors $\rho = nv^2 + H$, quantité constante. Ce résultat intéressera tous ceux qui se sont occupés de la résistance de l'air.

La formule indiquée plus haut donne 550 mètres pour limite. En l'appliquant au boulet sphérique de $0^m.01$ de section, on trouve $0,027 \times 0,0023 \times 0,01 \times 550^3 = 103^k.319$, poids égal à une colonne de mercure de même base et de 75 à 76 centimètres de hauteur. A partir de cette limite le poids dû au vide ne pourra plus augmenter. On remarquera que les expériences sur la résistance de l'air n'ont été faites que jusqu'à la vitesse de 550 ou 560 mètres[1]; c'est précisément le point où le second terme du binôme commence à devenir une quantité constante.

[1] La charge de moitié du boulet donne une vitesse initiale de 560 mètres pour le canon de 12 de place.

De la limite de 550 mètres pour le boulet sphérique, on ne peut rien conclure sur la vitesse de l'air à se précipiter dans le vide. En effet, si cette vitesse est nécessaire à l'air pour suivre le boulet dans une direction parallèle à l'axe du mouvement, une vitesse moindre suffira pour atteindre latéralement une partie de la surface postérieure du projectile. Il s'ensuit que le vide doit se faire à une vitesse moindre quand la surface postérieure est plane, et surtout quand elle est concave. Le coefficient du second terme, pour le boulet oblong, ne peut donc être inférieur à celui du boulet sphérique de même section. Admettons qu'il y ait égalité, la formule de la résistance devient

$$n' v^2 + \frac{n'}{r'} v^3,$$

n' est une fraction de n à déterminer par expérience, et comme par hypothèse

$$\frac{n'}{r'} = \frac{n}{r},$$

il n'y a qu'une inconnue.

Il résulte de cette formule que la résistance au boulet oblong, comparée à la résistance au boulet sphérique de même section, est dans un rapport croissant avec la vitesse jusqu'à la limite du vide. Cette augmentation du rapport avec la vitesse pour la balle oblongue est signalée par le général Didion, page 72; mais les chiffres qu'il cite auraient besoin d'être confirmés par la moyenne de nombreuses expériences. Aussi le général, ne s'y arrêtant pas, adopte provisoirement :

$$p = \frac{2}{3} n v^2 + \frac{2}{3} \frac{n}{r} v^3.$$

Lorsque la résistance sera déterminée plus exactement en la modifiant dans le sens que j'ai indiqué, le mouvement dans l'air sera rigoureusement représenté, abstraction faite des dérivations, par la formule du boulet sphérique en changeant seulement la valeur numérique de certaines quantités. Ce résultat obtenu on pourra commencer à observer isolément l'effet produit par les causes déviatrices. Bientôt toute incertitude cessera d'elle-même, et, alors seulement, on sera fixé sur l'équation de la trajectoire du boulet de Solferino.

A. MARTIN SAINT-LÉON.

REVUE DES TRAVAUX DE PHYSIQUE

EFFECTUÉS EN ALLEMAGNE

Méthode pour enregistrer par l'électricité les indications de quelques instruments, tels que baromètres, hygromètres, par MM. *Dahlander*, *R. Thalen*, *A. Weiss*. — Propagation de la chaleur dans les gaz ; *M. Magnus*. — Dépression de la colonne de mercure dans le baromètre ; *M. Eckhard*. — Emploi d'un alliage comme unité de résistance dans la mesure de la conductibilité électrique ; *M. Mathiessen*. — Température de la vapeur d'eau émise dans plusieurs dissolutions salines ; *M. Magnus*. Détermination du poids réel et du poids spécifique des corps, par *M. Mohr*. — Spectroscope de *M. Mousson*.

Méthode pour enregistrer par l'électricité les indications de quelques instruments, tels que baromètres, hygromètres, etc. — M. Dahlander, de Gothenbourg, propose le moyen suivant pour le baromètre anéroïde. Le cercle gradué serait formé d'un arc en ivoire sur lequel seraient tracées des divisions aussi rapprochées que possible et formées par des fils métalliques incrustés à égale distance. L'aiguille porterait un ressort métallique très doux, glissant sur l'arc divisé et ayant une largeur égale à l'intervalle de deux divisions, afin de toucher toujours un des fils. Ceux-ci, réunis en un faisceau et isolés les uns des autres, se termineraient à l'autre bout, en forme d'un peigne métallique, qui s'appuierait contre la surface d'un cylindre métallique dont la surface serait recouverte d'une feuille de papier sensible, comme dans le télégraphe électro-chimique. Un des pôles de la pile, communiquant à l'axe de l'aiguille et l'autre au cylindre, on voit que le courant passera par le fil en contact avec le ressort, et une ligne colorée sera tracée sur la surface du cylindre animé d'un mouvement de rotation à l'aide d'une horloge.

On pourrait disposer le même faisceau dans l'intérieur de la petite branche d'un baromètre à siphon, en terminant les fils qui, dans l'appareil précédent, aboutissent à l'arc en ivoire, à des hauteurs différentes et très rapprochées.

M. Robert Thalen publie, dans les Annales de Poggendorff, de longs détails sur les essais qu'il a tentés afin de *mesurer la durée du courant induit*. Son mémoire démontre la difficulté de résoudre la question, mais ne donne pas de solution satisfaisante. Il est toutefois intéressant au point de vue des moyens ingénieux et multipliés que l'auteur a tentés pour tourner les difficultés, tout en conservant la rigueur nécessaire à la solution des problèmes de physique expérimentale.

M. Adolphe Weiss, de Vienne (Autriche), a reconnu par des mesures exactes que dans le spectre obtenu avec l'interposition d'une colonne de vapeur d'acide hypoazotique, les lignes de Brewster sont d'autant

plus éloignées les unes des autres que la densité du gaz est plus faible, et dès lors la couleur moins foncée. Le même phénomène se produit avec une dissolution éthérée de chlorophylle et il est plus marqué. Avec le gaz nitreux, les différences de distance de deux lignes peuvent atteindre 1/2 minute, mais *elles ne sont pas égales pour toutes les lignes.* Le physicien attribue cette différence à une absorption qui a lieu d'une manière particulière à chaque ligne et seulement d'un seul côté de cette ligne, et se propage de plus en plus à partir de l'extrémité violette, à mesure que la densité augmente. Il en résulte que ces raies ne peuvent pas être prises dans la mesure des indices de réfraction pour caractériser telle partie déterminée du spectre.

Propagation de la chaleur dans les gaz. — Voici les principaux résultats des recherches de M. Magnus sur cette importante question :

1. — La température définitive que prend un thermomètre dans un espace chauffé par la partie supérieure est différente suivant la nature du gaz qui remplit l'espace.

2. — Cette température est plus élevée dans l'hydrogène que dans tout autre gaz.

3. — Dans l'hydrogène, cette température finale est plus haute que dans le vide, et d'autant plus que le gaz est plus dense.

4. — L'hydrogène, d'après cela, conduit la chaleur comme les métaux.

5. — Dans les autres gaz, la température finale du thermomètre est plus basse que dans le vide, et d'autant plus que le gaz est plus comprimé.

6. — On n'en peut pas conclure que les gaz ne conduisent pas la chaleur, mais seulement qu'ils le font si faiblement que l'effet de la conductibilité est détruit par la difficulté avec laquelle ils se laissent traverser librement par la chaleur.

7. — La remarquable conductibilité de l'hydrogène se montre non-seulement quand il peut se mouvoir librement, mais encore quand les courants qui pourraient se produire sont gênés ou arrêtés par du duvet ou toute autre substance interposée.

8. — Tous les gaz, même l'hydrogène, opposent une résistance au passage libre de la chaleur, et d'autant plus grande qu'ils sont plus denses.

9. — De tous les gaz, c'est l'air atmosphérique et ses éléments qui se laissent le mieux traverser par la chaleur.

10. — La transmission de la chaleur varie avec la nature de la source. Les rayons émis par l'eau bouillante offrent sous ce rapport les plus grandes différences avec les différents gaz.

11. — De tous les gaz incolores, l'ammoniaque, puis après lui le gaz oléfiant, se laissent le moins bien traverser par la chaleur.

12. — Les rayons de chaleur réfléchis par diverses surfaces traversent inégalement bien les divers gaz.

13. — L'hydrogène se laisse moins bien traverser que l'air atmosphérique par la chaleur venant des différentes sources.

14. — L'échauffement considérable que l'hydrogène communique à un thermomètre, dans une enceinte chauffée par la partie supérieure, ne tient donc pas à une facilité plus grande qu'aurait ce gaz à se laisser traverser par la chaleur, mais seulement à une conductibilité propre et plus grande.

15. — Cette grande conductibilité de l'hydrogène fournit une nouvelle preuve de l'analogie qu'il offre avec les métaux.

On sait déjà qu'il conduit mieux l'électricité que tous les autres gaz, et que M. Regnault a montré, à propos de la loi de Mariotte, qu'il se conduisait comme un ressort métallique.

Note sur la dépression de la colonne de mercure dans le baromètre, par M. Eckhardt. — Lorsqu'on fait bouillir le mercure dans le tube barométrique, la forme du ménisque change dans la grande branche, et la flèche n'a pas toujours la même grandeur. Dans le baromètre à siphon, le ménisque dans la petite branche est différent de celui de la grande, l'effet capillaire n'est pas le même, et on ne peut pas admettre qu'il y ait compensation. On a donné des tables qui indiquent la correction correspondante pour chaque diamètre à des hauteurs de la flèche variant de 0,1 en 0,1 de millimètres. M. Eckhardt communique un mode de correction qui donne des résultats parfaitement exacts et dispense de l'emploi des tables. Dans un même tube, la dépression est d'autant moindre que la flèche du ménisque est plus petite : si on mesure cette flèche directement, soit f, en appelant r le rayon du tube, celui de la sphère à laquelle appartient sensiblement le ménisque sera

$$R = \frac{r^2 + f^2}{2f}$$

que l'on pourra calculer. Admettant alors que la dépression dans un même tube soit en raison inverse de ce rayon, on voit que le produit de la dépression par le rayon du ménisque correspondant sera constant. Il l'a vérifié par des expériences directes, et il a reconnu que pour des tubes dont le diamètre ne dépasse pas 6 millimètres, le produit constant de la dépression d par le rayon R du ménisque est égal à 6.25. Supposons donc que dans un baromètre à siphon, dont le diamètre du tube est de 2,2, on ait observé une différence de niveau de $750^{mm}8$, la flèche du ménisque supérieur étant de 0,7 millimètres, et celle du ménisque inférieur 1,0 millimètre. D'après ce qui précède, comme

$$d.R = 6{,}25 \qquad d = \frac{6{,}25}{R} = \frac{1{,}25.f}{f^2 + r^2},$$

la dépression dans la grande branche $d' = 1{,}64$ et dans la petite branche $d'' = 2{,}14$. La hauteur corrigée sera $750{,}8 - (2{,}14 - 1{,}64) = 750{,}8 - 0{,}5 = 750{,}3$.

Sur un alliage qu'on pourrait employer comme unité de résistance dans la mesure de la conductibilité électrique, par M. Matthiessen. — Au tome Ier, 1861, page 148 de cette revue, on a déjà parlé de travaux entrepris pour rendre cette question plus pratique que la méthode de Weber, qui ne reste pas moins la meilleure. M. Matthiessen, dans le même but, a fait de nombreuses expériences pour chercher un alliage inaltérable à l'air et dont la conductibilité ne varierait ni par le recuit, ni par les changements de température.

L'alliage qui a semblé le mieux remplir ces conditions est formé de deux parties en poids d'or et une partie d'argent, ce qui fait à peu près volumes égaux. On peut y mettre un ou deux pour cent d'or en plus ou en moins sans changer la conductibilité. On a opéré sur huit fils différents, d'environ 0,5 millimètres de diamètre, préparés dans différents pays par diverses personnes. En représentant par 100 la moyenne de conductibilité à 0 degré du fil écroui, la plus grande différence entre les divers fils recuits ou non recuits s'élève au plus à 1,6 pour cent, pour des températures qui ont varié de 7°9 à 17°8. Les fils métalliques purs conduisent au contraire très différemment, suivant qu'ils sont recuits ou non.

Quant à l'influence de la température, M. Matthiessen a trouvé que la conductibilité variait avec la température, non pas comme l'indique M. Siemens, mais suivant une formule de la forme

$$c = x + y.t + z.t^2$$

x étant la conductibilité à 0 degré et y et z deux constantes.

Dans ces recherches, il y a des difficultés à surmonter. Un fil écroui, chauffé à 100 degrés, ne reprend plus la même conductibilité quand il est revenu à la température ordinaire : il faut, pour qu'on retrouve les mêmes résultats, chauffer le fil plusieurs fois. On trouve bien, quand la température varie beaucoup, des différences entre la conductibilité du fil suivant qu'il est ou non recuit ; en outre, pour le même fil, la conductibilité varie de 0 à 100 degrés, depuis 15.073 à 14.094, dans une expérience ; mais pour les changements de température atmosphérique, les différences sont très faibles, bien moindres qu'avec les fils de métaux purs.

M. Matthiessen propose donc, comme unité de résistance, un fil de cet alliage, ayant un mètre de longueur et un millimètre de diamètre.

Température de la vapeur d'eau émise par des dissolutions salines et par un mélange de plusieurs liquides, par *M. Magnus*. — On a déjà pu voir, dans la *Presse scientifique des deux mondes* que M. Wüllner a montré que la force élastique de la vapeur, émise par des dissolutions salines est moindre que celle de la vapeur d'eau pure à saturation, à la même température. M. Magnus a essayé de comparer, par des expériences directes, la température de la vapeur à celle des couches supérieures du liquide. Ces mesures sont difficiles, parce que la température ne dépend pas seulement de celle du courant de vapeur dans lequel se trouve le thermomètre, mais encore du rayonnement des parois vers le thermomètre, et réciproquement. Le vase qui renfermait le liquide était placé dans un vase extérieur, contenant du liquide à la même hauteur que le premier. Tous deux étaient chauffés en même temps : la vapeur sortait du couvercle du vase intérieur après avoir circulé autour d'un thermomètre très sensible et venait se mêler à la vapeur produite dans le vase extérieur, pour sortir de là dans l'atmosphère. Un thermomètre était plongé dans la couche supérieure du liquide du vase interne. Avant de fermer les vases avec leurs couvercles, on portait les liquides à l'ébullition, puis on chauffait avec une lampe le couvercle du vase intérieur à une température un peu plus élevée que le point d'ébullition de la dissolution ; on plaçait le couvercle, puis ensuite rapidement celui du vase extérieur. Le thermomètre qui devait être fixé au moyen d'un bouchon et d'une tubulure dans le couvercle du vase intérieur, et, par conséquent, donner la température de la vapeur, était chauffé d'avance à environ 130° dans une étuve à air chaud. Alors, ce thermomètre s'abaissa lentement jusqu'à une température un peu inférieure à celle de la dissolution en ébullition, mais cependant supérieure à 100°. Si le liquide a un point d'ébullition qui s'élève avec le degré de concentration, les deux thermomètres montent graduellement, aussi bien celui qui est dans la vapeur que celui qui est dans le liquide. Les résultats obtenus avec le chlorure de calcium, l'azotate de potasse, l'azotate de soude, montrent que les vapeurs émises par les dissolutions salines en ébullition ont une température supérieure à 100°, et d'autant plus élevée que le point d'ébullition de la solution est lui-même plus élevé ; il n'est donc pas douteux que les vapeurs émises par les dissolutions salines ont en réalité une température plus élevée que celle indiquée par un thermomètre qu'on y plonge comme on a l'habitude de le faire.

Avec un mélange d'essence de térébenthine et d'eau, dans le même appareil, M. Magnus a reconnu que l'indication du thermomètre donnait bien la température de la vapeur émise, et il a confirmé, ce qu'il avait déjà montré, que cette température était plus basse que le point d'ébullition du liquide le plus volatil.

Sur la détermination du poids réel et du poids spécifique des corps,
Par M. J. Mohr.

A propos de la méthode proposée par M. Mène pour peser les précipités, M. Mohr a fait connaître quelques observations judicieuses sur le degré de rigueur que présente la pesée des corps plongés dans l'eau.

Supposons qu'un flacon, plein d'eau distillée et renfermant le corps à peser, ait un poids Q^{gr}., puis que plein d'eau distillée et sans le corps il pèse Q'^{gr}., la différence $Q - Q' = q$ représentera le poids du corps P^{gr}., moins le poids de l'eau déplacée. En sorte que si D est le poids spécifique du corps par rapport à l'eau, on aura

$$q = P - \frac{P}{D}.$$

On déduit de cette équation

$$P = \frac{q - D}{D - 1} \quad (1)$$

et aussi

$$D = \frac{P}{P - q} \quad (2).$$

La première nous servira à trouver le poids réel du corps, la seconde son poids spécifique.

Nous voyons d'après (1), que pour un même poids q trouvé, la valeur de P sera d'autant moindre que D sera plus grand, et si nous prenons la différentielle de P par rapport à D, nous aurons

$$\frac{d.P}{d.D} = \frac{-q}{(D-1)^2}$$

c'est-à-dire que les différences de P, correspondantes à une même différence de D, seront d'autant plus sensibles que D sera plus faible.

Prenons deux exemples numériques. Supposons qu'avec un précipité de même métallique on ait trouvé : $q = 0.5555$ (c'est le résultat d'une expérience faite par M. Mohr). En prenant pour poids spécifique du cuivre 8.91, le poids serait : $\frac{8.91 + 0.5555}{7.91} = 0.6257^{gr}$. La pesée directe du précipité desséché a donné 0.6263, la différence n'est que de 0.0006^{gr}. En faisant le calcul avec des densités variant de 8.90 à 8.95, le poids change de 0.62581 à 0.62537; l'erreur n'atteint pas les milligrammes.

Mais s'il s'agissait d'une substance dont le poids spécifique serait par exemple 2.24 avec un poids $q = 0.325$, on trouve $P = 0.58709^{gr}$.

pour D = 2.22, P = 0.59139, et si D = 2.26, P = 0.58293. Ainsi, en prenant les extrêmes 2.22 et 2.26, le poids diffère de 0.008^{gr}.

On voit donc que la *détermination du poids réel d'un corps, en le pesant dans l'eau, ne sera pas exacte quand le poids spécifique de la substance sera faible.*

La méthode de M. Mène ne pourra donc s'appliquer que pour les métaux précipités, parce que pour eux la densité est grande et assez exactement connue; mais pour les précipités tels que chlorure d'argent, sulfate de baryte, oxalate de chaux, etc., dont le poids spécifique est faible, les résultats sont sujets à des erreurs qui dépassent les limites qu'on peut accorder dans une analyse.

De l'égalité (2) on déduit d'autre part :

$$\frac{dD}{dP} = \frac{q}{(P-q)^2}.$$

$P - q$ est le poids de l'eau déplacée, et dD sera d'autant plus grand, pour une même différence dans P, que q sera plus grand, c'est-à-dire que le corps aura un poids spécifique plus élevé. On ne pourra donc compter sur l'exactitude de la méthode pour les poids spécifiques des corps très denses. Ainsi, pour le cuivre, admettant que pour le même poids $q = 0{,}5555^{gr}$. on calcule D avec $P = 0.623^{gr}$., on trouvera $D = 9.229$, et avec $P = 0.628$ on aurait $D = 8.662$.

Il est facile de reconnaître que pour atténuer cette cause d'erreur, il suffit d'opérer toujours sur des poids assez considérables.

Si l'on avait 23^{gr}. d'un corps dont la densité serait 23, on aurait pour la densité $\frac{23}{23-22} = 23$. Si dans la pesée du corps on a fait une erreur de 1 milligr., on trouverait $\frac{23.001}{23.001-22} = 22.97$; la faute est faible. Mais si l'on avait opéré que sur 0.23^{gr}. et qu'on ait fait dans la pesée dans l'air une erreur de 1 milligr., on trouverait pour poids spécifique $\frac{0.231}{0.231-.022} = 21$; il y aurait ici une différence de 2 unités entières.

Spectroscope de M. Mousson. — Les beaux travaux de MM. Bunsen et Kirschoff donnent une nouvelle importance à l'étude du spectre solaire, et font rechercher les conditions les plus favorables à sa production et à son observation. En s'appuyant sur la marche des rayons lumineux dans un prisme, M. Mousson recherche quels sont les moyens d'obtenir le plus d'éclat et le plus de netteté.

On sait, par des considérations d'optique simples, que si l'on fait varier l'incidence sur une face du prisme depuis 0 jusqu'à 90°, le rayon ne sortira pas toujours du prisme. Les seuls rayons incidents qui son-

tiront seront ceux qui feront des angles d'incidence compris entre 90° et l'angle qui donnera sur la seconde face un rayon émergent rasant cette face, c'est-à-dire un angle d'émergence de 90° avec la normale. Pour un prisme en flint dont l'indice serait 1.7 et l'angle de 60°, les angles d'incidence utiles seront compris entre 90° et 43° 40′ 37″. Pour le crown ils seront entre 90° et 27° 55′ 14″. En outre, la déviation minimum a lieu pour le flint avec $i = 58° 12′ 42″$, et pour le crown quand $i = 48° 35′ 25″$. La position du prisme en flint peut donc changer de 15° avant et de 32° après la position correspondante à la déviation minimum.

D'un autre côté, si pour un même angle d'incidence i, on change l'indice de réfraction n de δn, la déviation change de

$$\delta D = \frac{\text{Sin. A}}{\text{Sin } r \text{. sin } r'} \delta n,$$

A étant l'angle réfringent, r l'angle de réfraction à l'entrée, r' l'angle de réfraction à la sortie dans l'air; δD représente donc l'espace angulaire rempli par les rayons correspondants à la différence d'indice δn. $\frac{\delta D}{\delta n}$ M. Mousson appelle la *dilatation locale* du spectre : elle dépend en outre de l'angle d'incidence pour un même rayon. En calculant la variation de cette dilatation pour la variation de i, on trouve que, pour le flint, pour toutes les valeurs de i applicables, la dilatation locale diminue quand i augmente depuis sa valeur qui correspond à l'émergence rasante ($r' = 90$) jusqu'à $i = 90°$. Pour le crown-glass, il y a une position pour laquelle le spectre est en quelque sorte à son maximum de concentration, c'est pour $i = 82° 47′ 33″$.

Dans les expériences sur le spectre, ce qu'il faut surtout c'est de l'*éclat* et de la *netteté*.

L'éclat sera d'autant plus grand, que les rayons colorés venant d'un rayon blanc seront moins étalés, ce qui indiquerait que l'éclat devrait augmenter à mesure que i devient plus grand, puisque le spectre se raccourcit. Mais dans ce cas la lumière réfléchie à la surface augmente et le spectre pâlit de plus en plus. En employant les formules d'intensité de Fresnel, M. Mousson démontre que le maximum d'éclat a lieu pour une incidence voisine de celle qui correspond à la déviation minimum. Bien entendu que l'éclat dépend aussi de l'intensité de la source lumineuse et de la pureté du verre.

Quant à la netteté, elle est indispensable pour l'observation des raies; dans un spectre parfait, chaque couleur devrait former une ligne en quelque sorte mathématique. En opérant avec un prisme parfaitement homogène, le manque de netteté peut tenir à deux causes : 1° l'étendue de l'ouverture, 2° la largeur de la source lumineuse.

Si la lumière arrive par une fente dont la dimension perpendiculaire à l'arête du prisme est R, tous les rayons identiques et parallèles qui arriveront par cette fente sont parallèles dans le prisme et y occupent une étendue $R\frac{\cos r}{\cos i}$, puis en sortant ils forment une bande de largeur $R\frac{\cos r.\cos r'}{\cos i.\cos i'} = r$. C'est cette bande qu'il faut diminuer autant que possible pour chaque couleur. On y arrivera en faisant d'abord R très petit, en employant une fente très étroite dans le sens perpendiculaire à l'arête du prisme, puis en donnant au prisme une position voisine de celle pour laquelle $r' = 90°$. Toutefois, la netteté ne dépend pas tant de la valeur absolue de r que de sa valeur relative à la longueur absolue du spectre. Or, pour des angles d'incidence plus grands que celui de la déviation minimum, la grandeur du spectre diminue, mais les bandes colorées ont une grande largeur, elles se superposent, les couleurs sont vagues; pour des angles plus petits, se rapprochant de l'émergence rasante, les bandes sont plus étroites, la longueur du spectre augmente, la netteté est plus grande, ce qu'on reconnaît à l'apparition des raies de Frauenhofer. Pour un prisme en flint-glass, la meilleure position est l'incidence comprise entre celle de la déviation minimum et celle que donne l'émergence rasante, entre 43° et 58°.

Pour ce qui regarde l'influence de la largeur de la source lumineuse, les rayons d'une même réfrangibilité partent de tous les points de la source, se croisent en chaque point de l'ouverture et forment un cône de rayons divergents, qui restent tels en sortant du prisme. Pour atténuer ce défaut, il ne suffit pas de donner au prisme une position convenable, il faut employer un des moyens indiqués du reste par Frauenhofer. On peut placer immédiatement devant le prisme un second écran percé d'une fente, afin de réduire le faisceau lumineux. Si l'on veut projeter le spectre, on place derrière le prisme une lentille achromatique de foyer F, en recevant toujours les rayons donnant l'émergence presque rasante. Enfin on peut observer directement le spectre avec une bonne lunette.

On sait que M. Kirschoff a disposé son appareil de manière à pouvoir se passer de chambre obscure : son prisme est placé verticalement dans une petite boite noircie hermétiquement fermée, présentant deux ouvertures sur deux parois verticales opposées; à l'une d'elles, par laquelle pénétrera la lumière, est fixé un tube muni d'un diaphragme fendu, l'autre porte une lunette par laquelle on observe le spectre. M. Mousson, se rappelant que depuis longtemps Broch avait observé directement les raies du spectre à l'œil nu, a construit l'appareil qu'il nomme spectroscope, et qui, bien que d'un prix peu

élevé, permet de répéter toutes les belles expériences de MM. Masson, Plucker, Kirschoff et Bunsen.

C'est un simple tube noirci à l'intérieur, pouvant s'allonger ou se raccourcir, de 40 à 60 centimètres de longueur, et de 3 à 4 de diamètre. A l'une des extrémités est un diaphragme portant une fente qu'on peut rétrécir à volonté, au moyen d'une vis qui pousse une des deux plaques à bords bien nets, formant l'ouverture. A l'extrémité opposée est fixée une petite boîte en laiton ou en fer-blanc, dans laquelle se trouve un petit prisme de 1 1/2 à 2 centimètres de hauteur et de 1 à 1 1/2 centimètre de largeur. Ses petites dimensions permettent de l'obtenir parfaitement pur, homogène et à faces bien polies. Ce prisme pourrait être fixé, une fois pour toutes, dans une position convenable, mais il vaut mieux le monter de manière à pouvoir le tourner pour obtenir l'incidence donnant le plus de netteté au spectre. Une face de la boîte est percée d'une fente longitudinale de 1 1/4 centimètre de hauteur et de 6 à 8 millimètres de largeur, par laquelle sort l'arête de la base du côté par où sortira la lumière, et c'est à travers cette fente qu'on regarde dans le prisme. Un large écran de 6 à 9 centimètres de chaque côté de la fente préserve l'œil de l'influence directe de la source lumineuse. Enfin le tube est monté sur un pied de façon à pouvoir prendre toutes les positions possibles.

FORTHOMME,
Professeur de physique et de chimie au lycée de Nancy.

LE SERVICE DE L'ENTRETIEN

DANS LES CHEMINS DE FER

L'énorme responsabilité qui incombe au service de l'entretien dans les chemins de fer, lui donne la plus grande partie de son excessive importance. Les difficultés techniques sont assez réduites, cela se conçoit facilement par la nature du travail, mais les soins constants et délicats qu'il faut prendre dans l'exécution de ce travail le rendent assez difficile à exécuter convenablement. Il y a sur nos grandes lignes des sections parcourues journellement par 60 ou 80 trains; les poids élevés des locomotives et des wagons écrasent les rails, affaissent la voie, et il faut pouvoir remplacer les uns, relever l'autre sans interrompre la circulation. On sait combien une bonne voie est nécessaire à la sûreté de l'exploitation, et quelle est la gravité d'un déraillement de train lancé à toute vitesse. Il faut donc qu'il y ait jour et nuit sur la ligne un personnel sûr et suffisamment nombreux pour

être en mesure de parer à toutes les exigences d'un service aussi sérieux.

Le personnel du service de l'entretien est organisé diversement suivant les compagnies; il y a cependant de grandes analogies entre toutes; nous prendrons le cas d'une ligne de second ordre définitivement installée et en exploitation complète depuis plusieurs années. Il se compose ainsi : un ingénieur, un bureau central, des inspecteurs ou chefs de section, les surveillants de jour et de nuit, les gardes-barrières et tunnels, les chefs d'équipes et cantonniers ordinaires de différentes classes.

L'ingénieur est le plus souvent un des anciens ingénieurs de section qui ont participé à la construction de la ligne, qu'il connaît donc avec détails; il réunit plusieurs sections sous ses ordres. Il est le chef de son service, et ne dépend que de l'ingénieur en chef. Tout ce qui n'est ni traction, ni exploitation proprement dite est de son ressort; certains services, spéciaux à l'origine, comme celui du matériel fixe et de l'architecte, sont venus se fondre dans le sien, et le mot *entretien de la voie et des bâtiments* représente bien toutes ses attributions.

L'ingénieur réunit autour de lui divers employés, dessinateurs, comptables et expéditionnaires qui forment le bureau central du service. La collection complète de tous les dessins relatifs à l'établissement de la ligne doit se trouver dans ce bureau : plans et profils en long, types d'appareils, bâtiments, travaux d'art, etc. Le chemin tout entier doit y être représenté, et toutes les modifications qu'on lui fait subir doivent être indiquées graphiquement. On doit avoir aussi tous les calculs relatifs aux mouvements de terre pendant la construction, aux résistances des ponts, voûtes, etc., les métrés de tous les travaux, les décomptes définitifs avec les entrepreneurs, etc. Il faut enfin que toutes les questions puissent être résolues dans le cabinet. Une collection suffisante d'instruments de précision permet d'aller faire sur le terrain toutes les opérations nécessaires. — La comptabilité du service n'est pas à négliger, car les dépenses sont assez fortes, quelque chose comme 1,000 fr. par kilomètres et par an; elle est de plus assez compliquée à cause des comptes ouverts avec les entrepreneurs, des états de répartition, comptes rendus de situation, inventaires, etc., qu'il faut toujours tenir au courant. Il est donc nécessaire en cette occurrence d'avoir au moins un employé spécial pour ce genre de travail. — C'est au bureau central qu'arrivent les rapports du service actif de l'entretien de toute la ligne, rapports journaliers et fort détaillés, rédigés sur des types imprimés qui leur donnent une grande uniformité et rendent les recherches ultérieures très faciles. Ils indiquent le travail des ouvriers, les demandes de matériel, les réceptions, les remplacements, les expéditions, les accidents et le temps.

Il faut qu'en les lisant on sache exactement tout ce qui se passe sur la ligne ; ils sont dépouillés avec soin et l'on a à satisfaire à toutes les demandes de matériel, répondre aux réclamations, vérifier les renseignements donnés, envoyer les ordres, étudier les modifications proposées, etc. Il est nécessaire que le bureau central soit organisé de façon à satisfaire toutes les exigences du service qui sont nombreuses et de natures différentes, ce qui nécessite la présence de plusieurs genres d'employés.

L'ingénieur ne doit avoir qu'un travail de direction et de contrôle, il doit se ménager et ne pas se mêler de détails. Lorsque l'on est, comme lui, exposé tous les jours à payer de sa liberté les fautes d'agents subalternes ou un hasard malheureux, il faut que l'on ait constamment l'esprit assez libre pour ne s'occuper que de l'ensemble et imprimer à toutes choses l'impulsion convenable.

Les inspecteurs sont des agents du service actif ; ils sont chargés de la surveillance et de la direction des travaux à exécuter sur la ligne, chacun d'eux a à entretenir une longueur variable suivant les cas. Ils ont la direction immédiate des ouvriers de tous ordres que l'on emploie, et avec lesquels ils se trouvent en relations de tous les instants. Leur devoir est de rester constamment sur la ligne, se rendant compte par eux-mêmes de l'état exact de chacun de ses éléments ; en conséquence, ils visitent journellement toute leur section, et à pied le plus souvent. Ce sont eux qui rédigent les rapports, demandent les travaux et réparations nécessaires, prennent les attachements de chaque ouvrage fait par les cantonniers, contrôlent le travail des entrepreneurs, etc.

Les fonctions de gardiens de la ligne, surveillants de nuits, garde-barrières, gardes-tunnels s'expliquent par leurs titres, il n'y a rien à en dire de spécial. Les gardes-lignes et surveillants de nuit sont les gardes champêtres de la voie, ils sont assermentés et armés ; les gardes-barrières sont généralement des femmes de cantonniers ; les gardes-tunnels, des ouvriers à postes fixes.

Les cantonniers sont des ouvriers classés, ils ont leur rang dans l'administration, rang bien humble, mais qu'il ne faut pas dédaigner. Ils sont divisés en équipes ou brigades de trois ou quatre, sous les ordres d'un chef qui en est responsable ; leur travail est assez simple, il se rapporte beaucoup à celui des poseurs de la voie. Pour tous les travaux un peu spéciaux et importants, on prend de petits entrepreneurs tâcherons : menuisiers, charpentiers, fumistes, etc.

Des instructions spéciales, bien claires, des règlements détaillés sont rédigés pour chacun de ces genres d'ouvriers. Une discipline très sévère doit leur être appliquée, on ne doit pas tolérer la moindre infraction. Tout ouvrier manquant à son poste doit être puni d'une

amende, relativement forte, du renvoi suivant les cas. Un homme vu sur la ligne en état d'ivresse ne doit pas s'y représenter. La vie des voyageurs et des ouvriers dépend de ces mesures. Comme compensation à cette grande sévérité nécessaire, les cantonniers jouissent des avantages accordés aux employés classés : caisse de secours et de retraite, usage du magasin des vivres, soins gratuits pour eux et leur famille, logement dans beaucoup de cas.

On sait quels sont les services rendus par l'utile institution des caisses de secours et des magasins : ce sont des moyens puissants de moralisation, en même temps qu'ils sont une grande économie pour les agents des Compagnies. C'est à nos grandes administrations que l'on a dû la précieuse initiative de ces excellentes mesures. Au chemin d'Orléans, par exemple, un employé classé d'un ordre quelconque participe, pour une fraction déterminée et raisonnable, aux bénéfices de la Compagnie; il est donc nécessairement intéressé à faire son devoir, car tout le monde est solidaire. Au chemin du Nord, les magasins fournissent des produits de toutes sortes, de qualités exceptionnelles, et presque à moitié prix, payés par une retenue sur les appointements du mois. C'est la meilleure manière d'introduire l'ordre et l'économie dans les ménages de prolétaires. A tous ces bénéfices on commence même à ajouter des écoles pour les enfants d'ouvriers, dont on se sert en même temps comme apprentis. L'administration retirera de grands avantages de tous ces moyens ; on aura facilement plus tard d'excellents mécaniciens, des ouvriers hors ligne, et en même temps les familles verront pour leurs enfants un avenir souvent inespéré.

Tout le personnel du service actif doit être essentiellement d'élite, composé d'hommes sûrs de toutes façons et capables au besoin de risquer leur vie pour faire leur devoir. L'emploi d'anciens militaires est bien précieux ici : honorables, courageux, obéissants ; plus intelligents que les autres ouvriers de même ordre, ils répondent parfaitement au but qu'on se propose d'atteindre. C'est après une espèce de surnumérariat que l'on est nommé cantonnier classé; ils se recrutent généralement parmi les cantonniers supplémentaires que la Compagnie emploie et dont on a été satisfait. On les prend aussi parmi les meilleurs poseurs qui ont travaillé à la construction de la ligne. Leur salaire varie suivant les cas, les pays, l'importance de la ligne et par suite le travail à faire. Ils portent une espèce d'uniforme (blouse, casquette et caban) qui leur donne une sorte d'autorité sur les paysans toujours enclins à traverser la voie, à violer les clôtures, etc.; cet uniforme leur est agréable et en même temps économique, puisqu'il est payé par des retenues proportionnelles, et au prix minimum.

Les cantonniers doivent former plusieurs classes, trois ou quatre : c'est le moyen de stimuler leur zèle en leur procurant un avancement

qu'ils méritent toujours. Ils habitent sur la ligne ou au plus près, quelquefois dans des maisons construites pour eux par la Compagnie, toujours pour les chefs cantonniers. Les maisons à plusieurs ménages sont des plus désavantageuses, la discorde y règne presque partout, et les inspecteurs sont accablés par les plaintes des femmes des cantonniers habitant ensemble. Il est un peu plus coûteux de construire des maisonnettes isolées, mais cela vaut beaucoup mieux pour le service, car ces petites querelles d'intérieur ont une véritable influence sur le travail et la discipline.

Dans les cas d'accident, les cantonniers doivent être prêts immédiatement, de nuit comme de jour; ce sont eux qui, mêlés aux ouvriers supplémentaires que l'on est obligé de prendre, les dirigent et les activent; ils forment ainsi ces derniers, et il faut que, dans les pays traversés par le chemin de fer, on ne soit jamais embarrassé pour trouver le nombre d'hommes dont on a besoin, et déjà un peu préparés au travail qu'on leur demandera.

La distribution des équipes est toute de circonstance : sur tel point, une équipe suffira à 4 kilomètres; à tel autre, sur un seul kilomètre, il en faudra plusieurs, dans les grandes gares par exemple ; aux points dangereux, il faudra des équipes spéciales, n'ayant à s'occuper que d'un seul travail.

Les travaux du service de l'entretien sont très variés, puisqu'ils embrassent tout ce qui constitue la voie, ses accessoires et ses bâtiments ; nous allons les passer succinctement en revue.

La voie proprement dite est le premier et principal objet sur lequel doit se porter l'attention. L'usure des rails est variable, elle dépend d'une série de circonstances différentes : leur qualité, le travail qu'ils font, leur emplacement sur la ligne, la manière dont ils sont supportés, la nature des bandages des roues, le poids des véhicules, les températures extrêmes auxquels ils sont soumis, tout cela influe notablement sur leur état. Tout rail *écrasé*, c'est-à-dire dont le champignon est décollé sur une partie plus ou moins étendue, doit être mis hors de service et remplacé immédiatement lorsqu'il ne peut être retourné dans un sens ou dans l'autre et offrir ainsi une nouvelle surface de roulement parfaitement saine. Un rail fendu à une extrémité est inadmissible ; la fente s'accroissant toujours, il arriverait un moment où le rail se bifurquerait d'une façon tellement sensible qu'il serait déchiré dans toute sa longueur au passage d'un train et que celui-ci dérailerait bien entendu.

Il est curieux d'observer pendant un temps assez considérable l'état des rails d'une section. On les voit souvent se détériorer tout à coup sans cause connue; tel écrasement qui, hier, était presque insensible, est aujourd'hui très prononcé ; tel point est toujours plus défectueux

que tel autre, le froid occasionne beaucoup de ruptures, etc. Il faut une certaine habitude pour reconnaître les défauts des rails, les cantonniers l'acquièrent assez vite et très bien, l'on peut compter sur eux à cet égard. Pour constater les altérations d'une voie, il faut porter surtout son attention sur la surface de roulement des rails; cette surface, toujours brillante, doit être parfaitement régulière; toute irrégularité est un symptôme de décollement que l'on constate quelquefois à simple vue, d'autre fois au toucher, en passant la main sous le champignon du rail. Les fentes aux joints se reconnaissent sans peine, l'attention s'y portant tout naturellement. Les rails de chaque usine présentent des défauts spéciaux, pour ainsi dire : les uns s'écrasent facilement, d'autres se fendent, d'autres sont pailleux, etc. Il est évident que, dans les courbes et les rampes, les rails souffrent beaucoup plus que partout ailleurs; dans les courbes, c'est le rayon intérieur qui est le plus exposé par suite de l'action de la force centrifuge; on doit donc, en ces points, exercer une surveillance active.

La pose des rails a une grande importance, aussi nous y reviendrons : dans les courbes, comme on le sait, le rayon extérieur doit être surélevé d'une quantité-fonction de la vitesse supposée normale des trains et du rayon de la courbe. On ne saurait vérifier trop souvent cette surélévation, de même que l'élargissement donné à la voie en ces points; des gabarits spéciaux donnent tous ces renseignements. On doit empêcher les rails de s'écarter trop les uns des autres; des joints trop larges altèrent les bandages des roues, donnent des secousses aux voitures, et peuvent même amener les rails à sortir de leurs coussinets de joints, ce qui serait de la dernière gravité. La voie éclissée ne présente pas ce dernier inconvénient, c'est un de ses avantages. Dans les pentes un peu fortes, les rails pesant les uns sur les autres tendent à descendre, on les isole souvent par des crampons qui les fixent; en tous cas, il faut combattre ces tendances par tous les moyens.

Le remplacement d'un rail est une opération simple, mais elle demande une grande prudence, puisqu'elle force à couper la voie pendant quelques minutes, et qu'un train arrivant tout à coup tuerait les ouvriers et éprouverait des avaries terribles. On doit appliquer rigoureusement toutes les prescriptions des règlements spéciaux dont les chefs cantonniers sont toujours munis : signaux à l'avant et à l'arrière du point coupé, etc. Un principe admis en exploitation, c'est que, à un instant quelconque, toutes les précautions doivent être prises comme si on attendait un train à ce moment même. Les ouvriers ne doivent pas perdre de vue ce principe, sur les grandes lignes surtout, sillonnées constamment par des trains spéciaux. Le coinçage des rails doit être toujours parfait, un rail, décoincé en un seul point ou même

imparfaitement coincé, se déverse, se gauchit, peut briser son coussinet, changer de position et toujours alors amener un déraillement. Les rails tendent constamment à se décoincer ; cela résulte de l'élasticité du bois, de la forme des coins et des trépidations de la voie au passage des trains. Chaque section doit être parcourue plusieurs fois par jour par un ouvrier qui, muni d'un *chasse-coins*, enfonce jusqu'à refus tous ceux qui sont légèrement déplacés.

Les coussinets supportent bien mieux le service que les rails et les coins ; le sabotage a dû être fait convenablement, et si les chevilles sont en fer, on peut être tranquille sur leur fixage. Les chevilles en bois sont des plus défectueuses, elles se pourrissent avec une déplorable rapidité, et causent une inquiétude continuelle sur la pose de la voie.

La manière dont les rails sont supportés est d'une importance capitale, aussi ne saurait-on trop se préoccuper de l'état des traverses. Il faut qu'elles soient préservées autant que possible contre l'action destructive de l'humidité ou de la grande sécheresse, et en même temps qu'elles reposent toujours sur un sol bien assis. La durée des traverses varie beaucoup, suivant la qualité du bois et aussi suivant celle du ballast. La connaissance des bois est délicate ; il faudra donc attacher à la vérification de l'état intime des traverses une importance tout à fait spéciale. La nature des lieux, les circonstances extérieures, la valeur des bois employés, donnent la mesure de la surveillance à exercer et celles des garanties que l'on peut avoir sur cette question des traverses.

L'entretien des voies de garage est beaucoup plus commode que celui des voies principales, excepté toutefois dans les grandes gares où l'on est gêné par le mouvement incessant des trains. Mais on conçoit que là on est moins difficile sur l'état, les matériaux, les chances d'accidents étant de beaucoup réduites. Les soins à donner aux appareils de déviation sont importants, mais ces appareils attirent trop l'attention pour qu'il soit possible de les négliger, on ne peut admettre de pareils oublis.

Dans les cas d'accidents, on est quelquefois obligé de faire sur la voie de véritables travaux d'établissement. Nous ne nous en occuperons pas ici, ils ne rentrent pas dans notre cadre. Nous ne parlerons que des travaux d'entretien à faire sur les points dangereux et dans les circonstances où la circulation est menacée d'être interrompue. — La neige accumulée sur la voie peut arrêter le service, on doit donc l'enlever au fur et à mesure s'il est possible, ou la déblayer suffisamment pour permettre le passage des convois. On emploie pour ce faire des moyens variables suivant l'importance du travail à exécuter. L'usage des traîneaux ou *triangles* remorqués par des chevaux ou re-

foulés par des machines, est adopté presque partout pour des épaisseurs de neige maxima de 1 mètre environ. Au-delà, on est obligé d'établir de véritables tranchées ; dans le nord de l'Allemagne, ces travaux s'exécutent avec une grande régularité ; on dispose d'un personnel supplémentaire bien dressé, et la circulation n'est presque jamais interrompue. La direction du tracé par rapport à celle des vents a une grande influence sur l'accumulation des neiges dans les déblais, et il y a des points toujours beaucoup plus menacés que d'autres. On trouve, dans le deuxième volume de la nouvelle édition du *Traité des chemins de fer*, des notes fort intéressantes sur les travaux effectués en Autriche, en Prusse et en Russie pour se débarrasser des neiges.

Les terrassements constituent l'assiette de la voie, ils sont l'objet d'un entretien plus ou moins grand, suivant la nature des terrains qui les composent. Un remblai, une tranchée glaiseuse sont des sources continuelles de travaux on ne peut plus compliqués ; on sait combien leur construction est difficile, et souvent on est obligé de la reprendre en sous-œuvre. MM. Sazilly, Lalanne, Daigremont, etc., ont appliqué des méthodes variables selon les cas, et dont les résultats sont fort avantageux. A certaines époques, on devra s'assurer par des nivellements en long que la voie est toujours *à hauteur*, c'est-à-dire exactement semblable au profil ; des clous-repères, plantés sur les poteaux télégraphiques ou sur les poteaux indicateurs, servent aux ouvriers pour faire les relevages convenables, rechargements, épuisements, etc. Comme on le sait, les talus sont toujours plantés ; dans les terrains ébouleux on plante des arbres à longues racines, comme les acacias ; on retient ainsi fortement les terres. Les plantations ont encore cet avantage, c'est qu'elles rapportent, et de plus sont agréables à l'œil ; on ne doit donc pas les négliger.

Les travaux préservateurs des terrassements contre les eaux, perrés, enrochements, digues, etc., doivent être entretenus avec le plus grand soin ; de leur bonne construction et de leur état de conservation dépend la sûreté de la ligne. Tous les points exposés à être touchés par l'eau doivent être garnis d'une cuirasse de blocs. A l'époque des crues, les dangers sont imminents, il faut donc alors prendre des précautions infinies.

Dans les cas d'inondation, il faut que jour et nuit le personnel soit sur pied et prêt à lutter contre les eaux. Quelquefois on est obligé de faire des brèches aux remblais et donner ainsi aux flots un écoulement naturel ; autrement on s'exposerait à les voir couvrir la voie. Lorsque c'est en vain que toutes ces précautions ont été prises, on se voit obligé de reconstruire des kilomètres entiers du chemin. La circulation interrompue partiellement pendant plusieurs mois, des millions

dépensés sont les conséquences de ces accidents; on doit donc se prémunir contre eux par tous les moyens possibles; mais, nous le répétons, il arrive encore trop fréquemment qu'il n'y a rien à faire qu'à résister jusqu'au dernier moment, puis faire la part de l'eau en garantissant le mieux possible ce qui reste.

Un genre de danger, spécial aux tranchées des chemins qui sont en pays de montagnes, est la *chute des pierres*. Certaines roches se désorganisent sous l'action atmosphérique, elles se fissurent, puis tombent. Si l'on est forcé de passer à travers ces terrains, on est exposé journellement à des accidents qui peuvent être terribles. Lorsque l'on voit des blocs de plusieurs mètres cubes, tombés du sommet des montagnes, s'enfoncer quelquefois entièrement dans la terre après avoir roulé en détruisant tout sur leur passage, on ne peut s'empêcher de frémir en songeant à ce qui arriverait dans le cas d'une chute pareille sur la voie au passage d'un train. Les précautions préservatrices sont nombreuses heureusement, et on n'en saurait trop prendre : elles consistent principalement dans la construction de fossés assez profonds suivis de murs ; les pierres en tombant viennent au fond de ces fossés et perdent par le choc la force nécessaire pour franchir le mur. On emploie aussi des plantations, des clayonnages qui retiennent les terres, et par suite les blocs dont elles sont couvertes. Enfin, au moyen de la poudre, on fait sauter tous les blocs qui ne sont pas solides sur leur base. Une surveillance sévère et de tous les instants doit s'exercer sur des points aussi dangereux; des équipes spéciales, composées d'hommes dévoués et expérimentés, sont attachées à tous les travaux nécessaires en ces lieux. Il faut que l'on se rende un compte exact de la situation, que chaque bloc soit numéroté pour ainsi dire et que l'on en connaisse les moindres mouvements. A l'aide de ces soins multiples, on peut réduire beaucoup le danger ; l'eau est plus à craindre.

Le ballast est comme l'épiderme de la voie, il préserve *la forme* des terrassements et empêche la rapide destruction des traverses qu'il soutient, et permet de relever facilement. Sa nature, comme on le sait, est d'une grande importance, mais généralement on n'a pas le choix, et il faut prendre au plus près tout ce qui est admissible; les frais de revient s'élèveraient beaucoup trop à cause du transport. On a employé des briques cassées, du machefer, des scories, des laitiers. Au Great-Northern, à la sortie de Londres, le ballast possible se trouvant à vingt-huit kilomètres, l'ingénieur en chef, M. Cubitt, se résolut à faire cuire les argiles qui affleurent en ce point. On formait des tas semblables aux meules de charbon, et on obtenait des espèces de briques informes qui cassées purent remplir le but qu'on se proposait.

A des époques déterminées et variables suivant la nature du ballast

et des terrains qui constituent les terrassements, il est nécessaire de faire des *rechargements*. Le ballast s'enfouit dans la terre peu à peu et se confond avec elle ; la voie s'abaisse par suite, d'autant plus que le sol tasse toujours, les traverses se découvrent, et, si l'on n'y portait remède, la voie deviendrait assez promptement inexploitable. Pour rétablir le profil et garantir les traverses, on relève la voie en bourrant du ballast sous les traverses que l'on recouvre en même temps. On organise des trains spéciaux pour ce travail de rechargement et de relevage : les ouvriers employés à la ballastière pour l'extraction montent sur les wagons qu'ils viennent de charger, vont les vider aux points convenables et *régalent* le ballast sur la voie ; les cantonniers l'utilisent ensuite convenablement.

Il est toujours important d'avoir sur la ligne des repères de toutes sortes ; des poteaux indicateurs de pentes et rampes, de courbes et d'alignement, de kilométrage, sont précieux sous ce rapport ; ils servent en même temps aux mécaniciens, auxquels ils donnent les indications nécessaires. Dans tous les rapports de la ligne, les points cités sont toujours indiqués par leur cote kilométrique et hectométrique. Il est bon de faire ce numérotage en partant de Paris, c'est l'usage adopté dans les services des ponts et chaussées, et il est avantageux, puisqu'il rapporte tout à un même point. Ces poteaux indicateurs étant utiles, on doit s'occuper de leur conservation, les relever lorsqu'ils sont abattus par le vent, les remplacer quand ils sont pourris ou cassés, les repeindre quand ils sont noircis.

Les travaux d'art en tôle demandent nécessairement beaucoup plus d'entretien que ceux en pierre. Les mouvements continuels résultant de la grande dilatation du fer, et les secousses imprimées au passage des trains tendent à faire sauter les rivets, et dans de certaines conditions il y en a de véritables pluies. Il y a toujours plusieurs riveurs occupés au pont de Menai. On sait que les trous des tôles sont un peu plus grands que ceux des rivets, par suite de la pose à chaud de ces derniers ; de plus, ces trous ne correspondent jamais bien. Les rivets sont donc soumis à des efforts de cisaillement qui en décapitent un grand nombre qu'il faut remplacer au fur et à mesure. Un dernier soin à prendre pour les ouvrages métalliques, c'est de combattre l'oxydation par des couches de peinture suffisamment renouvelées.

Les ouvrages en pierres se conservent beaucoup mieux, c'est là une des raisons pour lesquelles beaucoup d'ingénieurs les préfèrent ; à moins d'être construits avec de mauvais matériaux, on peut compter sur leur état. Les petits aqueducs doivent être curés de temps en temps ; les tunnels demandent plus de soins que les autres travaux d'art non métalliques. Les suintements continuels de l'eau à travers les maçonneries les dégradent, on doit combattre cet effet ; les parties

défectueuses altérées sérieusement sont reprises en sous-œuvre et refaites. Dans les souterrains taillés dans le roc il faut prendre quelquefois certaines précautions pour empêcher les chutes de pierres. Des visites journalières permettent de se rendre exactement compte des travaux à faire et de parer ainsi à tous les dangers.

Le travail excessif que font les murs de soutènement dans certains cas est la cause des fissures qui s'y déclarent quelquefois. On exagère avec raison dans la pratique les résultats donnés par le calcul, et malgré cela on ne doit jamais perdre de vue des ouvrages dont la destruction possible peut amener des éboulements très graves.

Pour terminer ce qui est relatif à la voie proprement dite, il nous reste à parler des passages à niveau et des clôtures; nous dirons ensuite quelques mots de l'entretien des bâtiments et des clôtures. On connaît l'importance des passages à niveau, le rôle qu'ils jouent dans la détermination du tracé et du profil en long de la ligne; cette importance subsiste pendant la période d'exploitation. Les passages à niveau sont de différentes espèces, selon l'usage auquel ils sont destinés, depuis le simple tourniquet jusqu'aux passages des routes impériales hors classe dans la banlieue de Paris; mais, dans tous les cas, ils nécessitent des soins continuels. C'est d'abord la chaussée qui se détériore sous le passage des voitures, et qu'il est nécessaire de maintenir en parfait état, afin que la circulation y soit facile, que les chevaux ne puissent rester en route. Viennent ensuite les contre-rails, facilement écrasés par le choc plus ou moins fort des voitures et celui du sabot des chevaux; il faut aussi que l'espace compris entre chaque rail et son contre-rail soit constamment débarrassé des terres et pierres qui viennent s'y loger. Reste enfin les bois des barrières, qui tendent toujours à se pourrir à cause des nombreuses ferrures dont ils sont armés, et de leur exposition en plein air. Comme à chaque passage à niveau, pour voitures, il y a une maison de garde et que le garde est du service de l'entretien, il est tout porté pour faire ou indiquer les réparations nécessaires.

Les clôtures réglementaires, exigées en France, se composent d'un treillage et d'une haie vive. Généralement c'est un entrepreneur spécial qui se charge de la plantation et de l'entretien de l'un et de l'autre. C'est un mode dont on n'a qu'à se louer, il est économique et décharge le service de soins fastidieux. Comme il y a toujours à faire sur la ligne pour l'entrepreneur, comme établissement, l'entretien se fait sans peine et à moins de frais. Les agents de la compagnie n'ont donc qu'à surveiller et à vérifier ces travaux. L'importance d'une bonne clôture est évidente : il faut se défendre contre les envahissements continuels des propriétaires voisins, empêcher les bestiaux de venir sur la voie se faire écraser et même faire dérailler les convois; les

talus demandent également à être préservés des animaux. Enfin on doit se prémunir autant que possible contre des attentats sans nom, et il n'y a pas longtemps encore que l'on a trouvé sur une de nos lignes du Midi un véritable butoir posé sur la voie. C'est par l'emploi de moyens matériels comme les clôtures, par une surveillance énergique, que l'on peut se préserver de pareils crimes. Dans les gares, aux abords des villes, des palissades ou des murs remplacent les humbles échalas de la ligne; on doit nécessairement se préoccuper plus spécialement de leur conservation.

L'entretien des bâtiments, qui, pendant les premières années de l'exploitation, est laissé au service de l'architecte, passe généralement à celui de l'entretien proprement dit. Il comprend celui des ateliers, dépôts, stations, halles à marchandises et maisons de garde; il est fort simple et consiste en petits travaux de menuiserie, fumisterie, vitrerie, peinture, etc., faits par des entrepreneurs du métier. Ils s'effectuent sur la demande des parties intéressées et lorsqu'ils sont jugés convenables par qui de droit. Les égouts, aqueducs, fosses d'aisance doivent être curés et vidés aux époques utiles, les cours doivent être convenablement empierrées, enfin il faut que les employés et le public n'aient jamais à se plaindre de la négligence d'une foule de petits soins qui ont bien leur valeur. Lorsque l'on mène la rude vie du service actif des chemins de fer, il faut au moins que l'on y ait toutes les commodités compatibles avec la justice et la raison. Si des hommes épuisés de fatigue ne trouvent pas, à un moment donné, tout le confortable qu'ils ont droit d'attendre et dont leur santé dépend, leurs plaintes doivent être prises immédiatement en considération. Ainsi donc, pas de cheminées qui fument, de carreaux cassés, de mauvaises odeurs, de toits effondrés, et laissant passer la pluie, de planchers pourris, etc.; tout cela est facile à réparer et ne demande qu'un peu d'attention.

Le matériel fixe au service des stations et de la traction doit être toujours tenu en parfait état de fonctionnement. Quelquefois, ce sont les services intéressés qui se chargent de ces soins, mais il est plus naturel qu'ils n'aient à s'occuper que de leurs travaux spéciaux. Ils indiquent quand les appareils dont ils se servent, et dont ils sont responsables, ne marchent plus d'une façon satisfaisante, quand ils ont besoin d'être remplacés en totalité ou en partie, et immédiatement on doit satisfaire à leurs demandes. Les cantonniers des gares où se trouvent toujours ces appareils sont dressés à ce genre d'entretien, et lorsqu'ils nécessitent des réparations un peu délicates, on a recours à des ouvriers spéciaux.

Tel est l'ensemble des travaux exécutés par le service de l'entretien ; comme on le voit, ces travaux sont généralement simples ; mais,

comme on a pu s'en convaincre, c'est d'eux que dépend presqu'entièrement la sécurité de l'exploitation.

A. RUBIN,
Ingénieur civil, ancien élève de l'École centrale.

SCÈNES DE LA NATURE

DANS LES ÉTATS-UNIS ET LE NORD DE L'AMÉRIQUE

OUVRAGE TRADUIT D'AUDUBON

Par EUGÈNE BAZIN [1]

Cooper, dans les beaux récits où il personnifie en quelques types romanesques l'esprit aventureux, la persévérance obstinée, l'industrieux génie des navigateurs et des colons nomades de la jeune Amérique, a su nous intéresser si vivement à ses vaillants compatriotes, que nous ne pouvons aujourd'hui séparer ses émouvantes fictions de la vérité, lorsque, entraînés par un sentiment sympathique, nous suivons dans leurs audacieuses entreprises les hardis compagnons qui, au prix de tant de fatigues et de périls, ouvrent à la civilisation de nouvelles routes vers l'avenir.

Les poétiques légendes du conteur ont été sans doute inspirées par les récits des premiers pionniers qui pénétrèrent dans les régions inconnues de l'ouest, où leur libre et patient travail préparait le sol, fécond maintenant, couvert de riches cultures et de florissantes cités. Mais ces légendes ont dû répandre à leur tour, avec le goût des lointains voyages, l'énergique et singulier sentiment d'indépendance qui nous attache surtout aux héros de Cooper, et qui est tout entier dans une simple parole, trop oubliée parmi nous : *confiance en soi*.

Les aventures de Pike, Long et Bonneville explorant les vastes solitudes du Nouveau-Monde, l'émouvante relation des découvertes de Kane dans la mer polaire, les descriptions d'Audubon, ne nous intéressent tant que par l'exemple qu'elles nous donnent des rares qualités d'une race énergique mises au service de la science, et persistant au milieu d'incessants dangers, d'obstacles effrayants qui ne peuvent arrêter dans leur marche intrépide ces pacifiques conquérants. Leur héroïque persévérance est surtout une utile leçon : elle nous apprend quels efforts soutenus, quels sacrifices demandent à l'homme les œuvres dignes de lui survivre, et de transmettre sa mémoire aux générations reconnaissantes.

[1] 2 vol. in-8. Bertrand, libraire-éditeur, rue de l'Arbre-Sec, 22, Paris.

Le magnifique ouvrage d'Audubon est une de ces œuvres, et Cuvier a pu dire que la science n'avait pas élevé de plus beau monument à la nature. Cinq gros volumes de texte sont illustrés par quatre cents planches admirablement dessinées et coloriées, qui représentent, dans leurs dimensions naturelles, les diverses familles d'oiseaux, leurs nids, leurs œufs, et jusqu'au site, à l'arbre même qu'elles habitent.

Le prix élevé de chaque exemplaire (3 à 4,000 fr.) n'aurait pas permis à cette importante publication de se répandre, et elle serait encore presqu'ignorée ou du moins connue seulement de quelques rares appréciateurs, si M. E. Bazin n'avait eu l'heureuse idée de la populariser, en traduisant fidèlement les descriptions et les scènes de mœurs les plus intéressantes. L'ouvrage étant composé de tableaux complétement détachés, cette traduction partielle était avantageuse, à cause de la facilité du choix. Elle offre une succession de lectures très variées et très attachantes, pleines de fraîcheur et de grâce, dans lesquelles la poésie s'unit à la science, les descriptions les plus exactes et les plus vraies à la plus brillante imagination.

Nul arrangement systématique ne fait entrer dans ces descriptions la classification dont nous avons pris l'habitude, et qui substitue trop souvent à la vérité des caractères naturels les généralités vagues d'une méthode encore bien imparfaite. Les classifications ont été sans nul doute d'un grand secours aux naturalistes illustres qui ont été les fondateurs de la science moderne, basée surtout sur l'exacte observation des faits. Mais il est permis de croire que ces faits n'ont pas toujours été interprétés comme ils auraient dû l'être, faute de connaissances suffisantes, et qu'une observation à la fois plus attentive et plus éclairée est peut-être maintenant nécessaire pour déterminer une classification plus naturelle, c'est-à-dire plus simple et plus féconde.

Aussi nous associons-nous pleinement au vœu exprimé par M. E. Bazin dans les dernières lignes de sa préface :

« Au milieu de ses courses lointaines, au sein des vastes solitudes, Audubon se complaît parfois à s'entourer de jeunes adeptes, passionnés comme lui pour les fleurs, les grands bois et leurs innombrables habitants. C'est à son exemple et sous ses yeux qu'ils apprennent à s'initier à cette vie de liberté, d'enchantements et de périls, et à goûter toutes les beautés d'un spectacle véritablement incomparable.

« Nous n'exprimons qu'un vœu, en terminant, c'est qu'aujourd'hui, parmi eux, les leçons du maître aient pu faire école, si toutefois cette expression ne semble pas trop technique, là où pour l'esprit de l'homme, comme pour les produits les plus splendides d'un sol vierge, il peut être bien moins question de culture et de procédés de l'art que d'une inspiration propre et d'une fécondité toute spontanée. »

Issu d'une ancienne famille française, Audubon eut son père pour premier maître. Ce précepteur bien aimé encourageait son vif penchant vers la nature en lui apprenant à l'aimer, à l'admirer, en excitant à la fois dans son jeune esprit le désir de l'étude et le sentiment religieux qui dans toute beauté nous fait adorer l'universelle Providence. Ainsi grandissaient en liberté l'attrait passionné, la vocation puissante, qui préparaient la belle œuvre par laquelle Audubon devait un jour prendre place à côté de nos illustres naturalistes.

« Je sentais, dit-il dans son Introduction, qu'entre les productions de la nature et moi se formait une intimité, une amitié passionnée, qui pour toujours accompagnerait mes pas dans la vie. Et maintenant encore, plus que jamais, je reconnais le pouvoir de ces impressions de l'enfance. Elles avaient si bien pris possession de moi, que quand il fallait quitter mes bois, mes prairies et mes ruisseaux, quand on me retranchait la vue de l'immense Atlantique, je devenais insensible à tout autre amusement plus en rapport avec mon âge. A mon imagination il fallait des compagnons aériens; aucun toit ne me paraissait plus solide que la voûte épaisse du feuillage, retraite habituelle des tribus emplumées, ou que les cavités et les fissures des rocs massifs, dans lesquelles le cormoran aux ailes sombres et le courlis venaient chercher le repos, et souvent un abri contre les fureurs de la tempête. »

Comme dans toute passion, les désirs de l'enfant tendaient à l'entière et durable possession de l'objet aimé. La mort de ses charmants oiseaux était une source de chagrins sans cesse renaissants, et, malgré tous les soins qu'il mettait à conserver leur chère dépouille, il ne pouvait leur rendre cette beauté de la vie qu'il eût voulu pouvoir fixer et rendre pour ainsi dire éternelle.

C'est alors que la vue d'un livre d'illustrations, donné par son père, lui inspira la pensée d'imiter aussi la nature et de fixer, par ses dessins, l'image des formes gracieuses dont il admirait le vivant éclat. Pendant plusieurs années on le vit s'appliquer à l'étude avec la plus patiente assiduité et dessiner des centaines d'ébauches, « qui pendant longtemps, à ma demande, ne servirent qu'à faire des feux de joie aux anniversaires de ma naissance. »

Envoyé en France pour son éducation, il y reçut quelques leçons d'un de nos grands peintres: « David avait guidé mon crayon, traçant des objets de dimensions impossibles, des yeux et des nez de géants, des têtes de chevaux représentées dans d'anciennes sculptures... Ce pouvait être là des sujets fort convenables pour des individus prétendant atteindre à de plus hautes branches de l'art; mais moi, je les eus bientôt mis de côté, et retournant à mes bois du Nouveau-Monde, plein d'une plus vive ardeur, je commençai une collection de dessins non

interrompue depuis, et que je publie maintenant sous ce titre : *Les Oiseaux d'Amérique.* »

Son père, resté son meilleur ami, lui fit alors don d'une belle plantation, située dans la Pensylvanie, sur le rivage de l'Atlantique, aux bords de la rivière Schuyekil. Il prit pour compagne une femme tendrement aimée ; et pendant une période d'une vingtaine d'années sa vie fut une succession de travaux et de voyages à travers les bois, les lacs, les prairies, sur les rives de l'Océan et dans les plus inaccessibles solitudes. Il ne cessait pas d'augmenter la collection de ses dessins, les retouchant, les perfectionnant, et formant dès-lors, pour leur publication, le projet d'un second voyage en Europe.

« Un accident, arrivé à deux cents de mes dessins originaux, faillit couper court à mes recherches ornithologiques. Je veux vous le raconter, simplement pour vous montrer jusqu'à quel point l'enthousiasme — puis-je appeler d'un autre nom ce zèle infatigable avec lequel je travaillais — peut dominer l'observateur de la nature et le rendre capable de surmonter les plus rebutants obstacles. Je quittai le village de Henderson, dans le Kentucky, sur les bords de l'Ohio, où je demeurais depuis plusieurs années, ayant besoin d'aller à Philadelphie pour affaires. Avant de partir, j'eus soin de mettre en sûreté tous mes dessins ; je les plaçai dans une caisse de bois et les donnai en garde à un parent, lui recommandant bien de veiller avec la plus grande attention à ce qu'il ne leur arrivât aucun dommage. Mon absence dura plusieurs mois ; et quand je fus de retour, après avoir consacré quelques jours aux douceurs de la famille, je m'informai de ma boîte et de ce qu'il me plaisait d'appeler mon *trésor*. La boîte fut apportée, je l'ouvris... Ah ! lecteur ! mettez-vous à ma place : un couple de rats de Norwége avaient tranquillement élevé leur petite famille parmi les débris rongés de ce papier qui, naguère encore, représentait des centaines d'habitants de l'air ! Une chaleur brûlante me traversa le cerveau comme un trait ; je me sentis défaillir, tout mon système nerveux était atteint. Je souffris plusieurs nuits d'insomnie complète, et mes jours passèrent comme des jours d'insensibilité et d'oubli. A la fin les pouvoirs animaux se réveillant, grâce à la force de ma constitution, je pris mon fusil, mon album, mes crayons, et me replongeai dans mes bois aussi gaiement que si rien ne me fût arrivé. Je sentais même avec bonheur que maintenant je pourrais faire bien mieux ; et trois années ne s'étaient pas écoulées que mon portefeuille était de nouveau rempli. »

A Philadelphie, Audubon avait été introduit par Charles-Lucien Bonaparte dans la Société d'histoire naturelle, où il n'avait pas trouvé l'accueil que ses travaux méritaient. Les principaux graveurs décla-

rèrent d'ailleurs que jamais ses dessins ne pourraient être reproduits, et il dut se déterminer à porter ses collections en Europe.

Accueilli avec la bonté la plus empressée, avec la plus généreuse bienveillance par les savants naturalistes de l'Angleterre et de l'Écosse, il put bientôt entreprendre, à Édimbourg et à Londres, la publication de ses travaux, aidé, pour les détails scientifiques, par un ami, M. William Macgillivray, dont il se plaît à faire connaître l'utile collaboration.

L'Introduction placée en tête du premier volume, et à laquelle nous empruntons ces détails, se termine ainsi :

« Je ne vous présenterai pas les objets dont se compose mon livre, dans l'ordre adopté par les auteurs à systèmes ; et j'ai peine à croire que vous vous en plaigniez, chers lecteurs. Celui qui voudra écrire une ornithologie universelle, et dont les connaissances seront au niveau d'une telle entreprise, celui-là seul pourra présenter la classification des oiseaux avec une utilité réelle.

» Ce que je veux vous offrir, c'est donc simplement le résultat de mes propres observations relativement à chaque espèce, et dans l'ordre où j'ai publié mes figures. Que si vous êtes botaniste, vous aurez, je l'espère, du plaisir à contempler mes arbres, mes fleurs et mes buissons ; d'autant plus que déjà peut-être vous les aurez vus au milieu de leurs forêts natales. Dans le cas contraire, puisse le spectacle de mes illustrations faire naître en vous la tentation d'aller vous-même partager la bienveillante hospitalité de nos frères, les aborigènes d'Amérique. »

Des différents tableaux choisis par M. E. Bazin, les plus nombreux sont de fidèles descriptions des oiseaux d'Amérique, animées par les plus intéressants détails sur les mœurs de chaque espèce. Viennent ensuite des scènes de la nature, reproduites avec les vives couleurs de la vraie poésie, celle qui prend sa source dans l'exacte observation des faits ou dans la vérité des impressions personnelles. Enfin, des scènes de mœurs dans lesquelles Audubon montre surtout les vaillantes et généreuses qualités, la patiente énergie, le sentiment sympathique qui nous le font aimer. Nous choisirons un extrait de chacune de ces séries, en regrettant que les limites de cette notice ne nous permettent pas toujours de citer le texte tout entier.

LA GRIVE DES BOIS

« Voilà mon oiseau favori, celui de tous auquel je dois le plus ! Que de fois je me suis senti renaître, en entendant ses notes sauvages dans la forêt ! Comme elles me semblaient douces après une nuit passée sans repos, sous mon pauvre abri, si mal défendu contre la violence de l'ouragan !

» Peu à peu j'avais vu la flamme incertaine et vacillante de mon petit feu s'éteindre sous des torrents de pluie qui confondaient le ciel et la terre en une seule masse d'épaisses ténèbres; et par intervalles, déchirant la nue, le rouge sillon de la foudre éblouissait mes yeux, et projetait sur les grands arbres une lueur sinistre, immédiatement suivie d'un fracas confus, immense, épouvantable, qui éclatait dans la profondeur des bois, et glaçait le souffle même de la pensée.

» Oh! que de fois, après une de ces nuits terribles, loin de mon foyer si calme, privé de la présence des êtres qui me sont chers, fatigué, affamé, manquant de tout, tellement seul et désolé que j'en venais à me demander pourquoi j'étais là, près de voir le fruit de tous mes travaux abîmé, anéanti par l'eau qui envahissait mon camp et me forçait à me tenir debout, tremblant de froid comme dans un fort accès de fièvre, et les regards tristement tournés vers les années de ma jeunesse, en songeant que peut-être je ne devais plus revoir ma maison ni embrasser ma famille; que de fois, dis-je, je me suis tout à coup réjoui, parce qu'aux premiers rayons de l'aurore se glissant encore douteux à travers les masses sombres de la forêt, venait de retentir à mon oreille, et de là jusqu'à mon cœur, la délicieuse musique de ce messager du jour! et qu'avec ferveur alors je bénissais la bonté divine qui, ayant créé la grive des bois, l'avait placée dans ces forêts solitaires comme pour consoler mon abandon, relever mon âme abattue, et me faire comprendre qu'en quelque situation qu'il se trouve, l'homme ne doit jamais désespérer, parce qu'il ne peut jamais dire avec certitude que précisément à cette même heure le secours et la délivrance ne sont pas tout près de lui.

» Et ne craignez pas qu'elle se trompe: après une de ces tourmentes que je viens de dépeindre, son chant n'a pas plutôt donné l'éveil, que les cieux commencent à s'éclaircir; la lumière, réfractée en jets brillants, monte de dessous l'horizon; bientôt elle resplendit, s'enflamme, et enfin, dans toute sa pompe, le grand orbe du jour éclate aux yeux! Les vapeurs grises qui flottaient sur la terre sont promptement dissipées; la nature sourit à cet heureux changement, et déjà les nombreux chantres des bois font répéter à tous les échos leurs joyeux cris de reconnaissance. Dès ce moment, plus de craintes, l'espérance seule fait battre le cœur: le chasseur s'apprête à quitter son camp; il écoute le signal de la grive, en réfléchissant à la direction qu'il doit prendre, et tandis que l'oiseau s'approche et le regarde d'un œil curieux, comme pour surprendre quelque chose de ses projets, il élève son âme à Dieu, qui dispose à son gré de tous les événements. Rarement, en effet, ai-je entendu le chant de cet oiseau sans éprouver en moi cette paix, cette tranquillité qu'inspire si bien la solitude où il se plaît. Les bois les plus profonds et les plus sombres sont toujours

ceux qu'il préfère ; sa retraite favorite est au bord des ruisseaux murmurants, à l'ombre des arbres majestueux qui s'élèvent sur le penchant des collines, et dont les rayons du soleil pénètrent difficilement la voûte épaisse. C'est là, là seulement, qu'il faut l'entendre, notre brillant ermite, pour comprendre et pour goûter tout le charme de sa voix.

» Souvent plusieurs de ces oiseaux semblent s'appeler l'un l'autre des diverses parties de la forêt, principalement vers le soir, et, comme à ce moment presque tous les autres chants ont cessé sous le feuillage, on écoute ceux de la grive avec un redoublement de plaisir. Alors, c'est comme une lutte d'harmonie où chaque individu veut l'emporter sur son rival ; et j'ai cru remarquer que, dans ces rencontres, leur exécution devenait beaucoup plus parfaite encore, car elle déploie une souplesse, une abondance, une variété de modulations qu'il m'est impossible d'exprimer. Ces concerts se prolongent jusqu'après le coucher du soleil ; c'est au mois de juin qu'on les entend, pendant que les femelles sont sur leurs œufs. »

L'OURAGAN.

« Un jour je m'en revenais de Henderson, situé sur les rives de l'Ohio, par un temps agréable, mais pas plus chaud, si j'ai bonne mémoire, qu'il ne l'est d'ordinaire à l'époque de l'année où l'on se trouvait alors. J'avais franchi à gué la crique des *Highlands*, et j'étais sur le point de m'engager sur une étendue de terrain déprimé, formant vallée entre cette dernière crique et une autre dite la crique du *Canot*, lorsque soudain je m'aperçus que le ciel avait entièrement changé d'aspect ; un air épais et lourd pesait sur la contrée, et pendant un moment je m'attendis à un tremblement de terre. Mon cheval toutefois ne manifestait aucun désir de s'arrêter ni de se prémunir contre l'imminence d'un tel péril, et j'étais presque arrivé à la limite de la vallée. Enfin, je me décidai à faire halte au bord d'un ruisseau, et je descendis pour apaiser la soif qui me tourmentait.

» Je m'étais mis sur mes genoux, et mes lèvres touchaient à l'eau... Tout à coup, penché comme je l'étais vers la terre, j'entendis un sourd, un lointain mugissement d'une nature très extraordinaire. Je bus cependant ; et au moment où je me remettais sur mes pieds, regardant vers le sud-ouest, j'y observai comme un nuage ovale et jaunâtre dont l'apparence était tout à fait nouvelle pour moi. Mais je n'eus pas grand temps pour l'examiner, car presque au même instant un vent impétueux commença d'agiter les plus hauts arbres. Bientôt il se déchaîna avec fureur, et déjà je voyais les menues branches et les rameaux chassés au loin vers la terre. En moins de deux minutes, toute la forêt se tordait devant moi d'une manière effrayante.

M'étant instinctivement tourné dans la direction d'où soufflait le vent, je vis avec stupéfaction les plus nobles arbres de la forêt courbant un moment leur tête majestueuse, puis incapables de résister à la tourmente, tombant, ou plutôt volant en éclats. D'abord c'était un bruit de branches qui se cassaient; puis, avec fracas, se brisait le haut des troncs massifs; et dans beaucoup d'endroits, des arbres entiers, d'une taille gigantesque, étaient précipités tout d'une pièce sur la terre.

» Si rapide fut la marche de l'ouragan, qu'avant même que j'eusse songé à prendre des mesures pour ma sûreté, il était passé à l'opposé de l'endroit où je me tenais. Jamais je n'oublierai le spectacle qui, à ce moment, me fut offert; je voyais la cîme des arbres s'agiter de la façon la plus étrange, tourbillonnant au centre de la tempête, dont le courant entraînait pêle-mêle une telle masse de branches et de feuillage, que la vue en était totalement obscurcie. Toute cette masse de branchages, de feuilles et de poussière soulevée dans les airs, tournoyait, emportée comme une nuée de plumes; et quand elle était passée, on découvrait un large espace rempli d'arbres renversés, de tiges dépouillées et de monceaux d'informes débris qui marquaient la trace de la trombe. Cet espace avait environ un quart de mille de largeur, et représentait assez bien à mon imagination le lit desséché du Mississipi, avec ses milliers de grosses souches et de troncs étendus sur le sable, enchevêtrés l'un dans l'autre et inclinés en tous sens. Quant à l'horrible fracas que j'entendais, il ressemblait à celui que font les grandes cataractes du Niagara, et, comme on eût dit, un effroyable hurlement suivant en quelque sorte à la piste les ravages de la tempête; il produisait sur mon esprit une impression que je ne peux décrire.

» Cependant la plus grande furie de l'ouragan était passée; mais des millions de brindilles et de rameaux, poussés jusque-là d'une distance considérable, continuaient à se précipiter dans la trouée faite par la trombe, comme attirés en avant par quelque mystérieux pouvoir. Le ciel était d'une couleur verdâtre livide, et une odeur sulfureuse très forte remplissait l'atmosphère. J'attendais, stupéfait, mais n'ayant à proprement parler souffert aucun mal, que la nature eût enfin repris son aspect accoutumé. Pendant quelques instants je restai indécis si je devais retourner à Morgantown, ou bien essayer de me frayer un passage à travers les ruines qui me barraient le chemin. Mais comme mes affaires pressaient, je m'aventurai sur les pas de la tempête, et après des efforts inouïs, je parvins à m'en tirer; j'étais obligé de conduire mon cheval par la bride pour lui faire franchir les monceaux d'arbres, tandis que moi je me cramponnais par-dessus ou rampais par-dessous, du mieux que je pouvais; par moments, si bien empêtré

au milieu des cimes brisées et du fouillis des branches, que je croyais véritablement y rester.

» Quand je fus arrivé chez moi, je racontai ce que j'avais vu ; et, à ma grande surprise, on me dit que dans le voisinage on n'avait ressenti que très peu de vent, bien que dans les rues et les jardins on eût vu tomber beaucoup de grosses et de petites branches, sans pouvoir se rendre compte d'où elles venaient.

» ... Depuis lors, j'ai traversé le chemin parcouru par la trombe : une première fois, à la distance de deux cents milles du lieu où j'avais été témoin de toute sa fureur ; une autre fois, à quatre cents milles plus loin, dans l'Etat d'Ohio ; récemment enfin, à trois cents milles au delà, j'ai observé les traces de son passage sur les sommets des montagnes qui font suite aux grandes forêts de pins de la Pensylvanie ; et, sur tous ces différents points, elles ne m'ont pas paru excéder en largeur un quart de mille. »

Ce qui nous frappe surtout dans ces récits, c'est le calme énergique du naturaliste. On a dit : le génie, c'est la patience. Rien de plus vrai ; mais cette patience n'est si constante que par la puissance de l'attrait qui soutient l'homme quand il suit librement sa vocation, quand il trouve à satisfaire son penchant naturel vers un noble emploi de sa force et de son intelligence.

Dans l'avenir, une telle utilisation des facultés humaines sera la principale source de notre bien-être moral et matériel, lorsqu'une éducation plus rationnelle aura pour premier but de développer en nous les qualités dont le germe est facile à reconnaître, et qui nous portent de préférence vers une fonction déterminée. Sans doute, on ne peut espérer que chaque homme agisse, dès l'enfance, sous l'influence du sentiment passionné que le génie seul inspire ; mais tous nous sommes destinés certainement, par notre nature même, à faire partie de l'un des groupes de travailleurs qui constituent l'humanité, et c'est évidemment dans l'exercice de cette activité, librement choisie, que nous trouverions le plus de bonheur et que nous serions le plus utiles.

Ce qu'Audubon dut à la tendresse éclairée de son père, nous le trouverons un jour dans les institutions mêmes d'une société plus sage et plus prévoyante, qui réalisera les améliorations que notre système d'éducation demande, et qui, depuis l'impulsion donnée par Rousseau, ont été l'objet des recherches et des découvertes de tant d'hommes de bien, dont nos enfants béniront un jour le génie et le dévouement.

Dans ses beaux *Essais de philosophie américaine*, Emerson dit :

« Toute chose crée son amant ou son poëte. — Chaque homme, par des liens secrets, est enchaîné à quelque district de la nature dont il est l'agent et l'interprète, comme Linnée l'est des plantes, Huber des

abeilles, Fries des lichens, Van Mons des poires, Dalton des formes atomiques, Euclide des lignes, Newton des fluxions.

» La masse des créatures et des qualités est encore cachée et expectante. Il semble que chacune d'elles attende, comme les princesses enchantées dans les contes de fées, un libérateur humain prédestiné. Chacune d'elles doit être désenchantée et marcher à la lumière du jour sous une forme humaine. L'histoire des découvertes semble nous montrer que la vérité, mûre déjà ou encore latente, s'est formée un cerveau pour la pénétrer et la comprendre. L'aimant doit se faire homme et s'incarner dans un Gilbert, dans un Swedenborg, dans un Œrstedt avant que l'esprit humain en général arrive à s'entretenir de sa puissance [1]. »

Parmi ces interprètes de la nature, Audubon se présente à nous avec tout le charme du vif sentiment qui l'attache aux plus gracieux habitants des régions magnifiques qu'il parcourt. C'est vraiment avec la minutieuse admiration d'un amant qu'il nous peint l'éclatante et vive beauté des oiseaux, et qu'il nous décrit tout ce qui, dans leurs mœurs, l'intéresse, le surprend et le touche. Michelet a dit de lui : « ...Le patient Audubon, dont l'œuvre colossale a étonné et conquis le public, démontrant que la vraie et vivante représentation de l'individualité est plus noble et plus grandiose que les œuvres forcées de l'art généralisateur [2]. »

Mais à quel nouveau progrès doit nous conduire cette étude de l'individualité qui nous attire si vivement, et dont Michelet même nous montre tout l'intérêt dans les plus brillantes pages de ses récentes œuvres : l'*Oiseau*, l'*Insecte*, la *Mer*?

Si nous comprenons bien le sentiment qui porte aujourd'hui un si grand nombre d'esprits éminents à rechercher dans la nature, c'est-à-dire dans la science ou dans les voyages, dans la solitude même, une paix durable et fortifiante, nous pouvons juger que les troubles, les inquiétudes, les dissensions, les agitations fébriles de notre époque de transition, ont été la première cause de leur détermination. Cette détermination est d'ailleurs prise le plus souvent sans nulle misanthropie, et ce sont même peut-être les cœurs les plus aimants qui ont le plus d'attrait pour cette vie de féconde contemplation, dont le but élevé doit être la recherche des rapports, des harmonies qui unissent l'homme à la nature et à ses semblables.

Ces harmonies, nous ne les découvrons pas seulement dans l'orbe splendide des mondes ; elles nous apparaissent aussi dans la distribution des continents et des mers, des vallées et des fleuves, des plaines

[1] *Essais de philosophie américaine*, par Ralph Emerson, collection Charpentier.
[2] *L'Oiseau*, p. 73.

et des montagnes, des déserts et des forêts à la surface du globe, dans la succession des saisons, dans le doux chant printanier qui nous annonce les migrations périodiques des oiseaux, dans l'ordre admirable qui partout, même dans les révolutions des éléments, nous révèle l'existence des lois bienfaisantes dont le règne progressif nous conduit à l'harmonie.

Or, pour arriver à la connaissance de ces lois qui régissent tout ensemble, tout système, toute association, depuis la matière inerte jusqu'au monde sidéral, et depuis le végétal jusqu'aux sociétés humaines, la connaissance de l'arome et de l'astre, de la plante et de l'homme nous est d'abord nécessaire.

C'est ainsi que dans l'œuvre d'Audubon la description complète de chaque famille, de chaque individu conduit à une vue d'ensemble sur l'utilité des oiseaux considérés dans leurs rapports avec notre destinée, soit que nous trouvions dans leurs instincts un puissant secours[1] ou un précieux enseignement, soit que leurs brillantes couleurs, leur vie ailée, leur chant merveilleux éveillent nos plus pures aspirations vers la lumière et vers la beauté. Nous aurions voulu pouvoir citer les pages charmantes dans lesquelles Audubon décrit le *colibri*, la *tourterelle*, l'*oiseau bleu*, l'*alouette des prés*, et celles qui nous font connaître les innombrables légions des destructeurs d'insectes (l'*hirondelle*) et la vorace tribu des épurateurs (le *vautour noir*).

Mais l'espace nous manque, et nous devons même renoncer à transcrire, comme nous nous l'étions proposé, une des touchantes scènes de mœurs (*l'Hospitalité dans les bois*, *le Fugitif*) qui nous font apprécier plus encore le patient courage du voyageur et les rares talents du naturaliste, en nous les montrant unis aux plus généreuses sympathies, au profond sentiment religieux qui, devant les sublimes monuments de la nature, lui inspire ces belles paroles : « N'est-ce pas Dieu qui m'a soutenu pendant tout le cours de ces voyages, que je n'ai entrepris que pour lui rendre témoignage en admirant ses grandes, ses magnifiques œuvres ! »

Nous désirions indiquer aussi, par quelques traits caractéristiques, la résignation pleine de calme, la bonne humeur d'Audubon au milieu des privations et des périls de ses longues excursions. Cette constante sérénité est sans doute la plus précieuse récompense d'une vie utile, laborieuse, consacrée aux progrès de la science, et dans laquelle les fatigues du corps reposent l'esprit du travail épuisant de la pensée.

L'excès de ce travail et l'habitude d'une vie trop sédentaire, d'une

[1] Voyez dans le *Moniteur* du 25 juin le très remarquable rapport de M. le sénateur Bonjean, sur des pétitions demandant que des mesures soient prises pour la conservation des oiseaux qui détruisent les insectes nuisibles à l'agriculture.

réclusion trop étroite, ne sont pas sans influence sur le caractère et les tendances de la plupart de nos savants. Mais, de plus en plus, la science demande à sortir des austères régions de l'abstraction, pour entrer dans le vivant domaine de la nature et de l'industrie. De là naît le penchant, chaque jour plus vif, qui nous porte vers l'étude des sciences naturelles et des sciences appliquées, et qui nous rend plus dignes d'admirer le génie de l'homme et de bénir la sagesse infinie du Créateur. Nulle contemplation, selon nous, n'est plus consolante et plus poétique, plus religieuse, que celle qui nous donne ainsi la certitude des rapides progrès de l'humanité, aidée dans son œuvre par la prévoyance divine. Nul enseignement n'est plus salutaire, plus favorable à l'accroissement de notre énergie morale, au maintien de nos meilleurs désirs, de nos plus nobles espérances. Devant les magnifiques conquêtes du génie industriel, ou devant l'œuvre impérissable des grands naturalistes qui nous ont initiés aux mystères de la création, nous nous sommes arrêtés plus d'une fois, ranimés et ravis, saluant, comme Audubon, après les jours d'épreuve, le premier rayon de l'aurore, et redisant avec le poëte :

« . . . . . Homme! ne crains rien! la nature
Sait le grand secret et sourit[1]. »

ÉLIE MARGOLLÉ.

DE L'ÉLECTRICITÉ

ET DU MOUVEMENT MOLÉCULAIRE COMMUN[2]

Tous les mouvements moléculaires ou de vibration des corps pondérables engendrent les phénomènes de la gravitation ou de l'attraction universelle; mais c'est dans le vouvement vibratoire le plus général, dans celui qui n'est encore, par rapport à nous, ni chaleur, ni lumière, que se manifestent le mieux et en plus grand nombre les phénomènes de l'électricité, du magnétisme, de l'électro-magnétisme, ou du moins c'est dans ce premier degré du mouvement moléculaire que nous pouvons le mieux les observer.

J'appelle ce mouvement vibratoire, *mouvement moléculaire du premier ordre* ou *mouvement moléculaire commun*. Nous devons l'admettre comme existant dans toute la matière des autres planètes et des autres corps sidéraux, étoiles et satellites, mais nous ne pouvons étudier son principe et ses effets que dans notre système terrestre.

[1] V. Hugo. *Les Rayons et les Ombres. — Spectacle rassurant.*

[2] Communication faite au Cercle de la presse scientifique dans la séance du 11 juillet 1861.

Chaque molécule simple, chaque atome élémentaire de la terre possède la quantité de mouvement qui lui est propre, c'est-à-dire la vibration complémentaire de sa translation particulière à son poids, à son volume, à sa structure, laquelle vibration influence, à distance, et par l'intermédiaire de l'éther, les molécules et les atomes pondérables environnants, soit pour les attirer plus ou moins étroitement, soit pour les repousser plus ou moins énergiquement : de cette double action, qui est la même en principe de mouvement, résulte la formation des corps. — Chaque corps, à son tour, représente une somme de vibrations ou de mouvements vibratoires, proportionnels à son poids et à son volume, et modifiés par sa structure spéciale : — de l'action vibratoire réciproque de tous les corps résulte l'ensemble de la vibration des milieux, et de l'ensemble de la vibration des différents milieux résulte le mouvement moléculaire commun à l'ensemble de la terre : ce mouvement moléculaire commun de la terre est la première base de la gravitation et de la pesanteur;—celui des milieux est la cause de leur pression, celui des corps est la condition de leur poids, celui des atomes est le principe de la densité, de la cohésion et de l'affinité.

Dans cet immense concert dont la puissance est incalculable pour chaque astre, chaque milieu fait sa partie, chaque corps produit son accord, chaque atome donne sa note; mais chaque note, chaque accord, chaque partie est dominée par l'ensemble qui réagit sur les composantes, tout en laissant à chacune d'elles la valeur qui lui est propre.

Cette résultante, cette dominante générale est ce que j'appelle le mouvement moléculaire commun : c'est ce que les physiciens ont appelé le réservoir *commun* ou l'état naturel relativement à l'électricité.

L'électricité, le galvanisme, le magnétisme ne sont ni trois fluides distincts, ni un même fluide. Tous les phénomènes que nous rattachons à ces trois dénominations sont de simples ruptures d'équilibre ou de simples retours à l'équilibre du mouvement moléculaire commun; ce sont pour ainsi dire des fausses notes dans un concert. Ils se résolvent tous dans une vibration en plus ou dans une vibration en moins de leur vibration naturelle, ou pour mieux dire de leur vibration propre en harmonie avec le mouvement moléculaire commun.

ÉLECTRICITÉ PAR FROTTEMENT

Ainsi, je prends un tube ou un cylindre de verre, je le frotte avec un morceau de laine : je donne ainsi à ses vibrations une activité plus grande, comme je ferais si je frottais un vase avec un archet ou un tube avec une pièce d'étoffe mouillée; seulement, dans le second cas

j'obtiens le son, tandis que dans le premier j'obtiens l'électricité. — Le mode de la vibration est bien différent, sans doute ; mais dans les deux cas je n'ai fait que rompre l'équilibre naturel par un mouvement communiqué, et l'effet n'a pu me rendre que ce que lui a donné la cause, c'est-à-dire le mouvement sous une forme quelconque.

Dans le cas du verre frotté, on obtient l'électricité positive, c'est-à-dire plus intense que le mouvement moléculaire commun ; mais on sait, en mécanique, que si le frottement ou la percussion peuvent accélérer la vibration ou le mouvement d'un corps, ils peuvent également retarder le mouvement ou la vibration d'un autre corps ou d'un même corps ; — en effet, si l'on frotte ou si l'on frappe un corps résineux d'une certaine façon et avec certains tissus, ses vibrations naturelles sont ralenties et ce corps donne l'électricité négative, c'est-à-dire moins intense ou différente du mouvement moléculaire commun ; enfin, un même corps, suivant qu'il est frotté ou frappé d'une façon ou avec des substances différentes, peut donner l'électricité plus ou l'électricité moins. Ceci n'a plus besoin d'explication.

Si nous pressons ou si nous frottons deux plateaux de cuivre isolés sur un manche de cristal, et que nous les séparions, chacun d'eux est en vibration électrique ; mais l'un est en vibration au-dessus du type naturel, l'autre est en vibration au-dessous de ce type ; et la balance de Coulomb prouve que les deux différences sont représentées par un même chiffre ; il ne peut en être autrement ; il y a eu là un corps frottant et un corps frotté, et il a fallu que l'un d'eux perdît autant de mouvement qu'il en a donné à l'autre.

Ce genre d'électricité obtenue par frottement et par percussion trouve ses analogies parfaites dans les phénomènes du son ; elle résulte comme le son d'un mouvement communiqué à des corps bons producteurs ou idio-électriques ; elle a comme lui ses corps non producteurs ou anélectriques, elle a ses bons et ses mauvais conducteurs ; elle s'accumule et s'augmente sur des bons conducteurs isolés, comme le son s'augmente et s'accumule par les caisses d'harmonie ; elle modifie l'éther ambiant, comme le son modifie l'air pour attirer, repousser ou diriger ; elle influence les corps placés à distance dans sa sphère d'action et les électrise, s'ils sont bons conducteurs, comme les corps en vibration sonore font vibrer les corps qui les avoisinent, etc. Il n'y a donc là aucune trace de fluide ; il n'y a que les preuves surabondantes d'un mouvement de vibration, résultat d'un mouvement de translation communiqué mécaniquement, en plus ou en moins du mouvement moléculaire commun et sans cesse sollicité par l'influence de ce dernier à rentrer dans l'équilibre. Tous les phénomènes de production, de conduction, de tension, d'influence, d'étincelle, de choc, d'attraction, de répulsion,

de direction et d'équilibre trouvent leur explication simple et vraie dans l'hypothèse du mouvement vibratoire insensible et dans les lois des mouvements vibratoires connus. Un seul fait reste à éclaircir, c'est celui de la répulsion énergique des corps électrisés tous positivement ou tous négativement, et de l'attraction non moins énergique des corps d'électricités de signes différents. J'ai lieu de penser, à cet égard, que le mode de vibration affecte un sens inverse ou une direction *sinistrorsum* ou *dextrorsum* dans la vibration positive et dans la vibration négative; il pourrait y avoir là un renversement de marche auquel le mouvement se prête sans effort, même dans nos locomotives; nous trouvons quelque chose d'analogue dans le sondes cordes et dans les solénoïdes, nous le verrons dans peu d'instants.

ÉLECTRICITÉ PAR CONTACT.

Sans employer le frottement, ni la percussion, ni aucun moyen mécanique, nous trouvons dans la structure et la densité différentes des corps eux-mêmes une autre ressource pour produire l'électricité *plus* et *moins*, c'est-à-dire, pour mettre deux corps en désaccord complet et presque permanent de vibration avec le mouvement moléculaire commun : ce moyen est le simple contact de corps animés de mouvements moléculaires très différents.

Chaque corps, avons-nous dit, conserve sa vibration naturelle tout en concourant à l'ensemble des vibrations de la terre que nous appelons la résultante ou le mouvement moléculaire commun : si donc je prends un disque de cuivre dont la densité et la structure lui assurent une certaine somme de mouvement vibratoire, je puis, en bonne logique, exprimer par 8 sa puissance et son état vibratoires, puisque sa densité est de plus de 8; si je prends un disque de zinc de structure moins souple et de densité moindre, je serai dans le vrai si j'exprime par le chiffre 6 la valeur de son indice de vibration, puisque sa densité est de plus de 6. Si je mets ces deux disques en contact, sans obstacle intermédiaire, c'est-à-dire sans poussière d'oxyde ou de sel, ils s'influencent par leurs vibrations réciproques : le zinc retarde les vibrations naturelles du cuivre, et le cuivre accélère les vibrations naturelles du zinc, dans la proportion exacte de leur différence vibratoire. Il n'y a là ni force électromotrice qui sépare deux fluides, ni force coercitive qui les empêche de se rejoindre; il y a une influence et un équilibre établi entre deux corps de forces vibratoires différentes. La moyenne vibration du couple est de 7, c'est-à-dire, 1 d'électricité positive sur le zinc et 1 d'électricité négative sur le cuivre : ce qui revient à dire que le zinc vibre de 1 de plus et que le cuivre vibre de 1 de moins que dans leur état normal. Si je plaçais 10, 20, 100 couples ainsi constitués en contact immédiat les uns avec

les autres de façon à former une pile, il est évident que le positif du zinc s'équilibrerait avec le négatif du cuivre et celui du cuivre avec celui du zinc, de sorte que la pile ne présenterait, à ses deux extrémités, que la différence d'un seul couple, c'est-à-dire + 1 — 1 d'électricité.

Mais si, revenant au premier couple, nous appliquons une rondelle capable de conduire la vibration électrique sans que sa matière possède une vibration capable d'influencer en rien la puissante vibration du métal, ces rondelles, ou les liquides interposés, se contenteront de transporter l'électricité dégagée telle qu'ils la reçoivent et comme une valeur acquise.

Si nous plaçons un deuxième couple sur la rondelle zinc, ce couple, équilibré en lui-même comme le premier couple, recevra l'électricité venant du zinc par la rondelle, comme la recevrait un seul et même métal, car l'influence et la lutte du contact n'ont lieu qu'entre les deux métaux : ce deuxième couple, équilibré comme le premier, reçoit donc une charge d'électricité marquée du signe +; cette charge est l'unité qui neutralise le moins du cuivre et double le plus du zinc; une deuxième rondelle mise sur le zinc va transporter + 2 sur le troisième couple, qui neutralisant le — 1 du cuivre, laisse plus un sur le cuivre, et s'ajoutant à plus un du zinc donne + 3; enfin une troisième rondelle portera au quatrième couple + 3, qui laissera + 2 sur le cuivre et + 4 sur le zinc. Tel est en effet l'équilibre de l'extrémité positive de la pile. Si nous suivons la marche de la vibration négative, nous verrons, en descendant, que la première rondelle transmet — 1 au zinc qui, avec + 1, tombe à 0, tandis qu'il se joint au — 1 du cuivre pour donner — 2 à la deuxième rondelle : celle-ci s'équilibrant avec le + 1 du zinc lui laisse — 1, et s'ajoutant à — 1 du cuivre, lui donnne — 3; enfin la troisième rondelle porte — 3 au zinc, dont le + 1 réduit — 3 à — 2, tandis que les — 3 s'ajoutant à — 1 du cuivre, produisent — 4 en vibration à l'extrémité négative de la pile.

Cette disposition n'offre aucun phénomène saisissable en dehors de sa propre structure tant que la vibration des extrémités de la pile ne peut se mettre en mouvement et se répandre sur les corps environnants; une inertie presque égale existe encore si une seule extrémité de la pile est mise en rapport, par un corps conducteur, avec le réservoir commun, tandis que l'autre demeure isolée, parce que la tension d'une extrémité est la conséquence du mouvement vibratoire de l'autre, que les deux quantités de mouvement y sont proportionnelles et se font équilibre l'une à l'autre : mais aussitôt que les deux extrémités sont toutes deux mises en rapport avec le réservoir commun, ou bien lorsqu'elles sont mises en rapport l'une avec l'autre par un fil

conducteur, la pile montre, par son action sur les instruments explorateurs, la distribution de ses actions intérieures dans l'ordre et dans les proportions que je viens d'indiquer : elle est alors une source plus ou moins puissante d'électricité, source qui s'écoule sans cesse par les courants et s'alimente sans cesse par la pile.

Il semble qu'il ne devrait exister aucune raison pour que la source d'électricité se tarît et pour que les courants cessassent d'exister, puisque la cause de la rupture d'équilibre produite est essentielle à la matière comme mouvement des corps hétérogènes mis en contact; mais cet état permanent et hors d'équilibre de la vibration détermine des compositions et des décompositions nouvelles partout où il se produit, et cela avec une rapidité et une puissance proportionnées à son intensité. Les actions chimiques, qui ne sont elles-mêmes que des mouvements moléculaires différentiels très puissants, ajoutent à l'ensemble de la production électrique un coefficient tellement important qu'on a pu croire souvent que le contact des corps hétérogènes n'entrait pour rien dans cette production; mais la vérité est que le contact et l'influence réciproque des vibrations des corps différents est la cause première des actions chimiques qui viennent en effet augmenter la somme d'électricité produite. Quoi qu'il en soit, les couples des piles en action subissent rapidement des transformations, soit à leur surface, soit dans leur composition intime, et ces changements, en détruisant les piles, tarissent naturellement et trop promptement la production de l'électricité.

J'ai prononcé le mot de courant électrique, j'ai eu tort; il n'y a pas plus de courant électrique qu'il n'y a de fluide électrique; il n'y a qu'une vibration moléculaire longitudinale excitée dans un fil conducteur par les vibrations électriques de la pile; les molécules ne changent pas de place et aucun fluide ne les traverse. Le choc d'une tête d'épingle à l'extrémité d'une barre de fer de 1,000 mètres se transmet à l'autre extrémité avec une vitesse de plus de 3,000^{m} par seconde.

Il ne viendrait aujourd'hui à l'esprit de personne que ni les molécules du fer, ni l'éther interposé, ni aucun fluide, ait dû ou ait pu se transporter d'un bout à l'autre de la barre pour porter le choc. La vibration électrique originelle est le choc de la tête d'épingle; elle fait vibrer les molécules des conducteurs, tantôt en spirale à droite, tantôt en spirale à gauche, et, dans ce qu'on appelle un courant, les deux vibrations se croisent et tendent à se neutraliser. Ce sont les atomes pondérables du métal qui sont en fonction et en force vive, et l'éther qui les baigne en forme l'atmosphère modifiée par cette force. Dans la théorie de la pile, non plus que dans celle des courants, nous n'apercevons de force ni de fluide autre que le mouvement moléculaire

agissant seul et d'après les lois connues des mouvements vibratoires des corps plongés dans une atmosphère élastique et fortement pressés par elle.

Je vais essayer de rendre cette vérité plus frappante encore par une expérience bien connue.

Chacun sait qu'un courant émanant d'une pile voltaïque, placé dans une partie de sa longueur parallèlement à un fil conducteur dont les extrémités se réunissent ou bien touchent la terre, excite dans ce fil un courant qu'on appelle courant par induction.

Bicorde. — Je prends un instrument à deux cordes susceptibles de vibrer et tendues parallèlement; je passe un archet sur l'une d'elles : elle rend un son énergique, cela n'a rien d'extraordinaire; mais en prêtant l'oreille auprès de l'autre corde, qui n'a point été touchée par l'archet, nous constatons à n'en pas douter qu'elle résonne sensiblement. Pour rendre ce son induit perceptible à tout le monde, j'arrête avec le doigt la corde génératrice de la vibration, et la vibration induite continue à se faire entendre : la première corde représentait le courant direct de la pile, et la seconde donne l'analogue du courant induit.

Mais la vibration directe et la vibration induite marchent-elles dans un sens inverse, comme le font le courant direct et le courant induit, et s'attireraient-elles vis-à-vis leurs pôles opposés, comme le font les courants inverses? Je serais, je crois, en mesure de prouver qu'il en est ainsi dans une atmosphère plus calme que celle-ci et avec des instruments plus délicats que ceux dont je dispose; mais je puis au moins montrer comment chacun pourra s'assurer du fait dans le calme du cabinet de physique.

Monocorde. — Je passe un archet sur une corde de contre-basse, vis-à-vis les lignes de force de laquelle j'ai préalablement placé deux petites lames de papier végétal suspendues à deux fils pour éviter la torsion, et l'on voit qu'une des deux lames s'approche à une extrémité, et que l'autre s'éloigne de l'extrémité opposée de la corde en vibration; j'arrête un moment l'attention sur ce curieux phénomène, qui se rapporte plus encore au magnétisme qu'au galvanisme; la vibration d'une corde ou d'un corps allongé s'équilibre donc de telle façon, qu'elle possède une influence atmosphérique d'attraction à un bout et une influence de répulsion à l'autre bout. Eh bien! cette influence positive et négative ne tient qu'au sens dans lequel s'opère la vibration.

On a pu remarquer que j'ai communiqué la vibration à la corde en tirant l'archet sur moi, et par conséquent en frottant la corde du dehors en dedans, et que des deux lames de papier, toutes deux placées en dehors, celle qui est la moins voisine de l'archet a été attirée

et l'autre repoussée ; si maintenant, sans changer les lames de position, je donne la vibration en poussant l'archet du dedans au dehors, les effets sont renversés, la lame la plus rapprochée de l'archet est attirée, et la plus éloignée est repoussée. Évidemment le renversement du phénomène est dû au renversement du mouvement communiqué, et comme ce mouvement est communiqué par un mouvement tangentiel à la corde, il doit être circulaire et se propager en spirale vers l'autre extrémité ; c'est cette disposition, exactement semblable à la propagation de la vibration des courants galvaniques et magnétiques, qui me porte à croire que la vibration induite d'une corde partage toutes les propriétés du courant induit, et s'y accomplit en sens inverse de la vibration inductrice.

J'arrive à l'influence d'un courant galvanique sur l'aiguille aimantée pour diriger cette aiguille perpendiculairement au plan de son circuit, le pôle austral à gauche ; cette force directrice est une conséquence de la direction des vibrations, des courants et de l'action qu'elle exerce sur l'atmosphère éthérée, comme les vibrations sonores sur l'atmosphère aérienne. Pour démontrer cette influence respective, je prends une cloche de verre, je suspends dans son intérieur une lame de papier placée de champ et de façon que son centre réponde à peu près au centre du vase ; je mets le vase en vibration avec l'archet, et la l'aiguille se dirige constamment de façon à s'éloigner des centres de vibration et à correspondre à deux nœuds ; cette direction n'a rien que nous puissions rapporter directement à l'aiguille aimantée, mais elle prouve, à n'en pas douter, que les vibrations sonores influencent les milieux élastiques sur lesquels elles agissent, de façon à imprimer aux corps flottants, retenus par un pivot, une direction déterminée et constante ; il n'y a rien autre chose dans l'influence des courants sur l'aiguille aimantée.

Ici vient se placer la plus belle et la plus féconde découverte d'Ampère, l'action des conducteurs des courants fournés en spirales autour d'un barreau de fer doux ou d'acier.

En prononçant le nom d'Ampère, je ne puis me défendre d'une profonde émotion : c'est à lui, c'est à son enseignement si grand et si généreux dans son naïf abandon, c'est à ses rêveries inspirées (car il rêvait tout haut au milieu de ses élèves) que j'ai dû mes meilleures pensées, celles que j'ai jetées au vent d'une publicité folle et prématurée dans mes éléments de physique générale, comme je dois au concours et au sévère examen de Savard et de Dulong d'avoir fait connaître, prématurément aussi, les attractions, les répulsions et les directions sonores. Ces trois noms illustres : Ampère, Dulong et Savard représentaient le génie, la grandeur et le désintéressement de la science physique, à une époque où la science n'était, pour ainsi dire,

qu'un moyen de places et d'honneurs; s'ils vivaient encore aujourd'hui, depuis longtemps l'hypothèse des fluides électriques, calorifiques, lumineux, aurait entièrement disparu; le génie de l'un, la précision et la fermeté consciencieuse des autres en auraient fait justice. Ces trois grands hommes sont morts dans l'ennui et le dégoût, et moi, leur bien pauvre élève, je suis allé planter des vignes.

Quoi qu'il en soit, Ampère a deviné et prouvé qu'un courant électrique tourné en spirales plus ou moins serrées autour d'une barre de fer doux, transformait ce barreau en aimant pendant tout le temps que ce barreau demeurait sous l'action du courant, et que ce barreau cessait d'être un aimant dès que le courant électrique cessait d'animer la spirale qui l'enveloppait. Ampère a deviné et prouvé que si le barreau était en acier trempé, il conservait indéfiniment l'impression du courant électrique en spirale et constituait un véritable aimant.

Par l'action du courant sur l'acier, Ampère a fait connaître la nature et le principe des aimants naturels et artificiels.

Un aimant n'est autre chose qu'une vibration en spirale excitée par une influence extérieure dans le fer en contact avec le carbone (aimants artificiels) ou bien déterminée par le contact de l'oxygène et du fer assemblés sous l'influence des courants électriques terrestres (aimants naturels). L'aimant naturel ou artificiel garde éternellement sa vibration, comme une pile voltaïque garderait éternellement sa tension parce qu'elle est équilibrée au contact de deux corps hétérogènes.

La vibration magnétique a la plus grande analogie avec la vibration des cordes sonores, des plaques vibrantes et du diapason : en effet, les barreaux ou tiges aimantées ont deux pôles comme les cordes; comme les cordes, elles attirent et repoussent aux deux extrémités opposées; leurs pôles peuvent être renversés facilement comme ceux des cordes vibrantes; elles ont des points conséquents comme les cordes peuvent avoir des nœuds de vibration; les plaques magnétiques présentent des lignes neutres comme les plaques sonores présentent des lignes nodales; enfin, un aimant en fer à cheval nous prouve, avec la dernière évidence, par la limaille de fer et par son spectre, qu'il imprime à l'éther ambiant les modifications les plus analogues à celles que le diapason imprime à l'air ambiant pour y produire des effets d'attraction tout à fait semblables.

Par l'action du courant sur le fer doux, par son aimantation quand le courant passe et par sa désaimantation quand le courant est interrompu, Ampère a fourni la base essentielle, la seule base employée aujourd'hui, du télégraphe électrique; j'en ai rendu le plus éclatant témoignage étant à Londres et en décrivant le premier, dans le *Courrier français* du 5 juillet 1841, le télégraphe électrique, tel qu'il est établi aujourd'hui. Je retrouvais à Londres et non à Paris, hélas!

le continuateur d'Ampère dans M. Wheatstone, et je proclamais hautement en face de ce dernier, qui l'a reconnue, la paternité du physicien français.

Mais ce n'est pas tout; par la même découverte Ampère a préparé l'emploi de l'électricité comme force mécanique, car c'est par les électro-aimants que le fer doux manifeste avec le plus d'énergie et abandonne avec le plus de rapidité la plus grande puissance d'attraction.

Nous avons vu que l'aimant était constitué par un mouvement de vibration très énergique, raréfiant l'éther en pression sur lui, comme un diapason raréfie l'air, et attirant à lui le fer en proportion de l'intensité de la raréfaction.

Si autour d'un axe de fer doux nous faisons passer un courant dans les hélices d'un conducteur, nous transformons cet axe en aimant, c'est-à-dire que les vibrations électriques font entrer ses molécules en vibration magnétique; mais l'expérience a fait connaître que l'action d'un même courant électrique était d'autant plus énergique que les spirales ou les tours isolés du fil conducteur étaient plus multipliés; donc, en entourant l'axe de fer doux d'un très grand nombre de tours du fil conducteur isolé, nous augmenterons la somme des vibrations magnétiques et nous augmenterons ainsi la raréfaction de l'éther et sa puissance de pression sur le fer attiré : c'est ce que nous pouvons voir en faisant passer le courant électrique par le fil multiplicateur de l'électro-aimant que voici; par là, nous développons dans l'axe de fer doux une puissance de raréfaction qui s'élève à 80 ou 100 kilogrammes pour la plaque de fer, que nous plaçons dans sa sphère d'activité.

En présence de ce phénomène, qui pourrait méconnaître sa nature, son analogie avec les attractions déterminées par l'action du diapason dans l'air? qui pourrait surtout s'en rendre compte par un fluide spécial résidant dans le fer? Que ceux qui croient à un fluide expliquent comment il paraît et disparaît, comment il attire et comment il repousse; qu'ils nous montrent, dans la nature, un seul fait d'attraction qui s'applique à leur théorie, et nous nous rendrons à l'évidence; mais il n'existe au monde que les attractions sonores auxquelles nous puissions comparer l'attraction universelle et électrique et dont nous puissions apprécier le mécanisme; nous sommes donc fondés à soutenir que toutes les attractions reconnaissent le même principe.

Il est vrai que la conséquence de cette explication est que l'éther doit posséder une tension et une pression énormes pour réagir avec une telle puissance. En effet, il en est véritablement ainsi, car la réaction est toujours égale à l'action, et si la puissance des vibrations magnétiques est si considérable, il faut que la réaction de l'éther soit capable de réagir contre leur plus grande intensité; rien n'est plus

facile à concevoir et rien n'est plus vrai : j'ai montré que les vibrations sonores ne pouvaient attirer qu'une faible lame de papier dans l'air et qu'elles attiraient facilement une pièce d'or dans l'eau ; elles attireraient énergiquement le platine dans le mercure.

Pour se faire une idée de la tension de l'éther, il faut remarquer la pression maximum qu'on pourrait obtenir de la tension de l'air à l'égard du vide parfait ; on trouverait que cette pression est d'environ 1 kil. par centimètre carré de la surface pressée : pour donner au platine sa densité, une pareille pression serait infiniment petite, et s'il est vrai que la densité moyenne de la terre soit, comme l'a trouvé Cavendish, de cinq à six fois celle de l'eau, il ne faudrait pas moins de 3,000,000 d'atmosphères ou de 3,000,000 de kilogrammes par centimètre carré pour motiver cette densité. L'éther a donc une densité et une tension énormes : mais la densité et la tension ne font absolument rien à sa qualité d'incoercible et d'impondérable ; car les atomes de la matière coercible et pondérable ne peuvent pas plus le saisir ou le peser que nous ne pourrions saisir le mercure ou le peser avec un vase ou une balance en toile métallique, quoiqu'il ait une densité treize fois plus grande que celle de l'eau.

Il me reste, pour terminer la réduction des phénomènes électriques en mouvement, à montrer un des nombreux exemples du passage de l'électricité au mouvement de translation. Deux électro-aimants sont disposés l'un à côté de l'autre de façon à recevoir alternativement le même courant électrique et surmontés d'un tourniquet en fer doux qui en reçoit l'impulsion.

Ce tourniquet, par son mouvement de translation, épuise sans cesse et transforme dans toute sa force le mouvement de vibration électrique en mouvement de translation, et l'on obtient un effet parfaitement réciproque en faisant tourner un ou plusieurs aimants vis-à-vis des axes de fer doux servant à l'enroulement d'un grand nombre de tours d'un fil conducteur isolé : c'est le mouvement qui, dans ce cas, produit un mouvement de vibration, c'est-à-dire un courant électrique. Dans tout cela, il n'y a d'autre cause et d'autre effet que le mouvement transformé de vibration en translation et de translation en vibration.

Si le temps ne me faisait défaut, j'aurais examiné les affinités chimiques et j'aurais fait voir que l'échelle électrique des corps qui sont négatifs par rapport aux uns et positifs par rapport aux autres, exclut toute hypothèse d'un fluide électrique, et à plus forte raison de deux ; que les atomes possèdent des quantités et des modes de mouvements vibratoires en plus ou en moins, et qu'ainsi un atome peut toujours en posséder plus qu'un second atome et moins qu'un troisième, et qu'en effet tous les atomes se rangent dans un ordre parfait du *plus* extrême

au *moins* extrême; que par leurs différences mêmes ils sont portés à se choisir, à se quitter pour entrer dans d'autres combinaisons, soit spontanément, soit sous l'influence de vibrations dominantes qui modifient leurs affinités. Les réactions chimiques prouvent mieux que tous les renseignements l'extrême mobilité et l'extrême animation des molécules des corps.

J'aurais encore beaucoup à dire sur la vibration électrique, galvanique et magnétique; j'y reviendrai, et pour compléter la synthèse, il me restera à traiter des mouvements calorifiques, des mouvements lumineux, considérés en eux-mêmes et dans leurs rapports avec l'attraction et l'électricité. Je dois traiter ensuite des mouvements moléculaires spéciaux, l'odeur et la saveur; du mouvement mixte, le son, et du mouvement de translation dans ses rapports avec tous les mouvements vibratoires. J'aurai à démontrer que la matière pondérable est, par le mouvement de ses atomes, la base et la cause de tous les phénomènes, et que la matière impondérable n'y concourt que passivement par réaction et conduction élastique; que l'attraction, l'électricité, la chaleur et la lumière sont engendrées par la matière pondérable et jamais par l'éther; enfin, j'aurai à terminer la synthèse par l'examen de l'organisation et de la vie universelles.

Mais je suis obligé de consacrer le reste de l'été et une grande partie de l'automne à des voyages d'études de la vigne et des vins, et ce n'est que dans deux ou trois mois que j'aurai à solliciter de nouveau la bienveillante attention du Cercle.

Dr JULES GUYOT.

OBSERVATIONS PHOTOGRAPHIQUES
DE L'ÉCLIPSE DE 1860

Par M. WARREN DE LA RUE

Lecture faite à l'Institution royale de Londres, par M. FARADAY

M. Faraday commença la séance par quelques considérations générales sur la nature du soleil, qui est la grande source de la lumière et de la chaleur dont jouissent les différents membres de notre système planétaire. Puis il résuma rapidement la théorie astronomique des phénomènes qui se produisent de temps en temps, lorsque le soleil et la lune, par suite de leur mouvement de révolution, se trouvent en ligne droite ou à peu près avec la terre. Après avoir expliqué les circonstances exceptionnelles qui rendaient l'éclipse de l'année dernière si favorable aux observations, il ajoute :

« Quoique cette affirmation puisse paraître paradoxale au premier abord, il est très vrai de dire qu'on ne peut bien voir le soleil sans qu'on cesse de l'apercevoir. Voyez la lumière électrique : il ne serait pas suffisant de l'observer pour deviner les phénomènes qui se passent entre les deux pôles de la pile. Tout le monde aperçoit bien le centre lumineux, mais personne ne voit les deux charbons entre lesquels se produit la déflagration. On aurait beau projeter la flamme sur un écran, la faire passer à travers des lentilles, on ne verrait jamais que les points lumineux; tout le reste échapperait fatalement aux observateurs. Il en est ainsi du soleil : nous avons beau affaiblir l'intensité de la lumière que l'astre envoie au moyen de verres noirs, au point de pouvoir diriger nos télescopes sur sa photosphère, nous ne le voyons pas davantage ; tel qu'il est, nous pouvons projeter son image sur un écran et l'examiner, mais nous ne verrons pas pour ainsi dire, entre les principaux accidents de la surface les taches; les facules apparaîtront, mais nous ne pouvons trouver aucun procédé pour faire apparaître ces appendices curieux, observés pour la première fois, il y a quelques années, à l'occasion d'une éclipse totale. En effet, ces objets étranges, qu'on appelle des flammes rouges, et sur la nature desquels on a fait tant de conjectures, paraissent appartenir réellement au soleil, et ne pas être des phénomènes subjectifs produits, comme plusieurs philosophes le supposent, par une déviation ou une diffraction de la lumière solaire passant à travers des vallées sur le profil de la lune. »

L'objet principal de la leçon étant de faire passer sous les yeux des spectateurs les résultats photographiques obtenus par M. de la Rue, M. Faraday s'étendit particulièrement sur la description du photohéliographe de Kiew, qui a servi à obtenir les épreuves de l'éclipse, alors que la lune, en nous cachant l'astre, permettait de le *voir*.

Un dessin photographique de ce magnifique instrument et de l'observatoire temporaire construit en Espagne, fut projeté sur l'écran par une lampe électrique. L'héliographe consiste en un télescope dont le tube a la forme d'un prisme rectangulaire à base carrée, et qui suit exactement les mouvements du soleil au moyen d'un mécanisme d'horlogerie. La partie optique se compose d'un objectif corrigé de la dispersion actinique, et d'une combinaison de lentilles destinées à obtenir une épreuve dans laquelle l'image du soleil ait 10 centimètres de diamètre.

L'image, en même temps que les fils de position, vient se peindre sur des plaques de collodion placées dans le télescope. Lorsqu'on prend les images du soleil quand il est dans son état ordinaire, ou les images des phases partielles de l'éclipse, on laisse agir la lumière sur la plaque sensible pendant le temps très court nécessaire au passage d'une fente étroite pratiquée dans une plaque de cuivre qui glisse au-

devant des lentilles. Par ce procédé, le soleil n'agit que pendant une très faible fraction de seconde de temps. M. de la Rue et ses aides ont obtenu de cette manière 31 empreintes des différentes phases partielles de l'éclipse. Les plus intéressantes ont été projetées sur un écran au moyen de la lumière électrique, de sorte que tous les auditeurs ont pu en étudier à leur aise les détails.

Les deux images de l'éclipse totale ont été obtenues d'une autre manière. On a enlevé la plaque de cuivre percée d'une fente, et on a laissé tomber pendant tout une minute l'image des protubérances sur la plaque de collodion. La première image a été prise depuis le commencement de la totalité et pendant toute la durée de la première minute.

On a commencé à recueillir la seconde image une minute avant la fin de l'éclipse, et on a continué l'exposition de la plaque jusqu'au moment précis où l'on a vu surgir de nouveau le soleil.

Ces deux images ont été également projetées sur un écran au moyen d'une lampe électrique, et on a vu que les protubérances lumineuses possédaient une étendue considérable en dehors du limbe obscur de la lune. Dans la première épreuve, quelques proéminences étaient complétement détachées et se trouvaient très loin du disque de la lune. Dans la seconde épreuve, ces mêmes protubérances se trouvaient voisines du disque lunaire qui, dans l'intervalle, avait voyagé sur le disque solaire. De nouvelles protubérances avaient surgi dans la seconde épreuve sur le limbe occidental, tandis que le mouvement de la lune avait caché quelques protubérances du bord oriental.

Après cette intéressante exhibition des témoins de l'éclipse, M. Faraday montre des dessins gravés sur verre au moyen d'acide fluorhydrique, et portant une graduation faite après coup d'après les renseignements donnés par l'image photométrique des fils de position. Ces dessins montrèrent qu'une protubérance lumineuse, située à angle droit avec la route parcourue par la lune sur le disque solaire, a rétrogradé d'une distance angulaire de 5 1/2 degrés, par rapport au centre de la lune; mais les proéminences situées sur le chemin du centre de la lune n'ont pas éprouvé de déplacement angulaire. Notre satellite est venu successivement les découvrir et les recouvrir à mesure qu'il se mouvait sur le disque solaire. De tels résultats sont faciles à expliquer en admettant que les protubérances appartiennent au corps solaire, mais elles paraisssent évidemment contraires à la théorie d'après laquelle elles seraient produites par des phénomènes subjectifs, dus à une déviation extraordinaire des rayons solaires.

Pour faire comprendre la position relative de toutes les protubérances visibles pendant l'éclipse, M. Faraday appela l'attention sur une épure représentant sur une échelle amplifiée une photographie

gravée du soleil, et sur laquelle étaient aussi gravées les protubérances visibles dans la première et la seconde phase de la totalité. La superposition de ces deux images donnant, par la coïncidence des parties qui ont apparu successivement sur les deux épreuves, celles qui ont été visibles pendant toute la durée du phénomène.

M. Faraday montre également sur cette épure que le centre de la lune n'a pas exactement recouvert le centre du soleil, ce qui tient à ce que Rivabellora (lieu où se fit l'observation) n'était pas exactement situé sur la ligne centrale de l'éclipse. L'effet de cette déviation a été de rendre un peu plus visibles les protubérances du limbe nord, et celles du limbe sud un peu moins.

Les particularités les plus singulières de ces protubérances sont sans contredit leurs énormes dimensions et la singulière distribution des propriétés lumineuses à leur surface. Ainsi, quelques-unes sont plus brillantes dans leurs parties rapprochées du soleil, tandis que d'autres, au contraire, sont plus lumineuses dans les portions situées de plus loin du disque.

M. Faraday insista spécialement sur une protubérance située à 100,000 kilomètres du globe solaire, qui n'avait pas été aperçue par les observateurs, mais dont la photographie a révélé la présence. N'est-ce point une preuve sans réplique de la nécessité de varier les moyens d'observation? En effet, quoique invisible, cette protubérance existait; elle émettait une force rayonnante, elle possédait une force chimique plus grande peut-être que celle des protubérances visibles.

Pour faire comprendre ce phénomène, M. Faraday produisit le spectre de la lumière électrique et le projeta sur une plaque de collodion récemment sensibilisée. Pendant le temps de l'exposition, qui dura 30 secondes, on fit des marques sur la bande de collodion pour indiquer la situation du rouge, du jaune, du vert et du violet. En développant l'image par les procédés ordinaires, on trouva que, jusqu'au violet, l'effet avait été peu sensible, mais que les rayons invisibles, situés au delà de l'extrémité violette, avaient produit une image très intense, d'une dimension égale à celle du spectre et composée de bandes d'intensité variable.

M. Faraday appela ensuite l'attention de son auditoire sur la couronne, qui n'apparait pas très nettement sur la photographie de M. de la Rue.

Pour montrer dans tout son éclat ce magnifique portrait du phénomène, le professeur dut avoir recours à la photographie d'un dessin représentant l'ensemble de l'éclipse et gravé d'après le souvenir des observateurs. Après l'avoir projetée sur l'écran, où sont venues se peindre successivement toutes les phases de l'éclipse, il fit observer que les observateurs d'Espagne avaient prouvé que la couronne est

formée de lumière polarisée ; comme la lumière venant directement d'un corps lumineux, se trouve ordinairement à l'état naturel, le fait de la polarisation de cette enveloppe tendrait à montrer que la couronne doit être attribuée à une atmosphère qui enveloppe la surface du soleil et qui réfléchit ses rayons.

Quelle est la nature de ces protubérances qui peuvent s'éloigner du soleil à des distances aussi prodigieuses que celles que les astronomes d'Espagne leur ont quelquefois vu atteindre ? Car parmi les protubérances dont on a constaté la présence lors de la dernière éclipse, il y en avait une située à une distance du soleil qu'on ne peut pas évaluer à moins de dix fois le diamètre de la terre, et une seconde séparée par un espace au moins double du précédent.

La science moderne, ajouta M. Faraday, a placé à notre disposition des moyens nouveaux pour déterminer la nature des parties constituantes de l'atmosphère solaire avec un degré de certitude au moins aussi grand que celui que nous pourrions obtenir dans mon laboratoire si nous pouvions nous en procurer un échantillon et le soumettre à l'analyse de nos réactifs chimiques. Ne pouvons-nous pas, en employant les méthodes et les principes de Bunsen et Kirchhoff, à l'occasion d'une nouvelle éclipse de soleil, répondre à cette question et ajouter quelque nouvelle preuve en faveur de la réalité de ces protubérances, en révélant quelque chose sur la nature intime de leurs parties constituantes?

L'orateur termina sa séance en montrant une photographie de la lune obtenue par M. de la Rue à son observatoire. Il fit remarquer combien l'image était belle et combien la proportion des teintes était différente dans l'image de ce qu'elle est dans l'objet. M. Faraday en a conclu que le pouvoir actinique de la lumière réfléchie est bien loin de varier dans la proportion de son intensité optique.

(Traduit de l'Engineer par W. de Fonvielle.)

LETTRES SUR L'EXPOSITION INDUSTRIELLE DE MARSEILLE

Marseille, 18 juin 1861.

III

Mon cher ami,

Il ne suffit pas d'avoir un combustible à sa disposition, il faut un appareil pour le brûler ; aussi voyons-nous de toutes parts surgir de nouveaux systèmes d'appareils pour l'éclairage et le chauffage, à la

lampe d'Argant a succédé la lampe Carcel; puis, est venu le règne de la lampe modérateur que tout le monde possède maintenant, tout en s'en plaignant assez souvent. La fabrication des huiles de schiste a amené l'invention de nouveaux systèmes de lampes.

Nous avons ici plusieurs expositions où figurent des lampes ou appareils d'éclairage; d'un côté je vois la lampe Sibillat, munie de deux mèches concentriques; un peu plus loin, des lampes à schiste, de M. D. Guy de Montpellier. A un autre endroit, je vois les appareils de MM. Nicolle et Galan, pour tout ce qui concerne l'éclairage au gaz, depuis les compteurs et les photomètres jusqu'aux riches candélabres et lustres et les simples lanternes; à côté se trouve le système de M. Fournier, de Paris, pour révéler et préciser les fuites de gaz. Parmi ces appareils, tous dignes de remarque, ceux qui ont attiré le plus mon attention sont les compteurs et les régulateurs de consommation, exposés par MM. A. Siry, Lizars et Ce, de Paris, qui ont une succursale à Marseille, la seule maison de cette ville où l'on construise des compteurs.

En examinant leur compteur squelette, dont le but est de faire comprendre au public le mécanisme de ces instruments, j'y ai vu deux modifications très simples qui rendent leurs compteurs bien supérieurs à ceux des autres fabricants.

Le flotteur qui agit comme soupape pour ouvrir ou fermer la communication entre le tuyau d'arrivée et le compteur, est généralement guidé par deux tiges qui passent dans de petits anneaux; mais tiges et anneaux, en présence des divers gaz qui souillent les carbures d'hydrogène, peuvent se rouiller, et le flotteur ne marche plus. MM. A. Siry, Lizars et Ce ont tout simplement supprimé les guides et font soulever le flotteur comme une soupape à clapet dont le jeu ne peut pas être modifié par la rouille.

Ils ont aussi remédié à l'inconvénient d'une trop brusque introduction de gaz qui, portant la perturbation dans l'eau que contient le compteur, permettait au flotteur de s'abattre subitement et de causer ainsi l'extinction des flammes; pour cela, ils ont divisé l'intérieur du compteur, à l'aide d'une plaque percée de trous à la base, pour permettre à l'eau de reprendre son niveau; la perturbation ou tempête est maintenant restreinte à la caisse qui contient le flotteur, et si l'eau peut un moment sortir de cette caisse, et par suite déterminer la fermeture du canal, elle y revient quelques instants après, ou, pour mieux dire, elle ne sort pas assez pour déterminer l'interruption du passage entre le tuyau et le compteur.

C'est par les régulateurs de consommation que MM. A. Siry, Lizars et Ce ont surtout rendu un grand service au nombreux public qui use du gaz d'éclairage. Vous n'ignorez pas que dans une série de quelques

heures seulement, la flamme d'un bec de gaz est susceptible de varier plusieurs fois, tantôt en s'affaiblissant, tantôt en s'élevant, suivant que l'on allume ou que l'on éteint d'autres becs dans la rue et les maisons voisines. De là souvent rupture des verres, accident que vous pouvez également produire vous-même, si vous avez un grand nombre de becs qu'il est impossible d'allumer ou d'éteindre à la fois.

Avec le régulateur il n'y a plus aucune variation : vous êtes maître chez vous, rien du dehors n'a d'influence sur vos lumières et ne vous oblige à une surveillance continuelle. Avez-vous 50 ou 100 becs? Si vous avez réglé votre appareil, vous pouvez allumer successivement tous ces becs sans avoir à les régler les uns après les autres. Faut-il n'en conserver qu'un? vous éteignez tous les autres sans que la flamme du dernier change en aucune façon.

Pour montrer avec quelle facilité leurs appareils donnent ce résultat, les constructeurs ne pouvant introduire du gaz d'éclairage dans l'exposition, ont eu l'heureuse idée d'établir un petit gazomètre d'une centaine de litres qu'ils remplissent d'air atmosphérique; un petit manomètre indique à l'intérieur la pression du gaz que l'on peut faire varier à volonté; le gazomètre communique avec un compteur, muni également d'un manomètre, ce compteur avec le régulateur dont nous parlons, et enfin, pour montrer l'influence du régulateur, se trouve à la suite un second compteur (dont on n'a pas besoin lorsqu'on brûle le gaz); ce compteur est aussi muni d'un manomètre, qui est le témoin de l'efficacité de l'appareil. On peut faire varier à volonté la pression du gaz avant le régulateur, la pression ne change pas du tout dans le second compteur.

Mais cette expérience, toute concluante qu'elle est, ne frappe pas assez les yeux du public, et ces messieurs ont mis à la disposition des visiteurs leur usine, où l'on peut, comme je l'ai fait, vérifier sur du vrai gaz l'influence du régulateur.

Vingt becs de gaz étaient allumés : on fit varier la pression du gaz à l'arrivée, ce qui ordinairement fait monter ou baisser la flamme; la lumière des vingt becs resta invariable. On éteignit successivement tous les becs, sauf un ; la lumière ne s'allongea pas d'un centimètre. De plus, quand, dans les appareils ordinaires, on veut, à l'aide du robinet du compteur, régler l'arrivée du gaz, une brusque manœuvre peut éteindre toutes les flammes; ici la flamme persiste près d'une minute après la fermeture du robinet; c'est qu'en effet le régulateur contient une certaine quantité de gaz qui alimente le bec pendant l'accident dont je viens de parler.

C'est par une disposition aussi simple qu'ingénieuse qu'on obtient ce résultat. Dans l'intérieur d'un réservoir cylindrique, contenant de l'eau à sa partie inférieure, se trouvent deux tuyaux, servant l'un à

l'entrée du gaz, l'autre à la sortie. Un flotteur, qui a la forme d'une cloche renversée, pénètre dans ce réservoir où il est guidé ; le flotteur soutient une tige conique qui entre en partie dans le tube d'arrivée de manière à l'obstruer plus ou moins. Le gaz arrivant soulève le flotteur, et en même temps la tige conique qui, plus large en bas qu'en haut, ferme de plus en plus le tube. Le flotteur étant d'un certain poids, si le gaz arrive d'une manière constante, l'équilibre s'établit entre les deux pressions et le flotteur reste en repos ; le gaz, à mesure qu'il se rend dans l'appareil, va par l'autre tuyau alimenter les becs. Si maintenant la pression du gaz diminue, le flotteur descendra, la tige obstruera moins l'ouverture du tube, par suite le gaz entrera plus facilement ; au contraire, si la pression augmente, la tige conique se relevant fermera davantage le tube, et ralentira par suite l'arrivée du gaz.

L'extinction d'un ou plusieurs becs, en déterminant une diminution dans la quantité de gaz brûlé, équivaut à une augmentation de pression ; le flotteur est soulevé, il arrive moins de gaz ; aussi, comme le disent très bien les constructeurs, le régulateur remplit l'office d'un robinet que le gaz se charge d'ouvrir ou de fermer selon que la pression extérieure augmente ou diminue.

L'appareil a lui-même besoin d'être réglé pour fournir une certaine quantité de gaz. On ajoute une fois pour toutes, sur le flotteur, des poids qui font partie du régulateur, de manière que les robinets étant aussi ouverts que possible, la lumière ait une certaine intensité ; le jour qu'on voudra moins de lumière, on ôtera des poids pour permettre au flotteur de remonter ; on en remettra s'il faut plus de lumière. Une fois l'appareil réglé, on le ferme à clef et personne n'y peut toucher.

Enfin, il faut renouveler l'eau ; le seul inconvénient qui résulte de la négligence à le faire, est que le flotteur tombe au fond du cylindre, ouvre par suite le canal d'arrivée, et l'on est averti, par une trop grande flamme, qu'il faut mettre de l'eau.

Les prix de ces régulateurs les rendent accessibles à quiconque consomme du gaz : ils sont de 50 fr. pour dix becs, et de 160 fr. pour cent becs. Ces prix modérés me font croire que l'usage de ces appareils, qui tiennent fort peu de place, deviendra général, et que tout compteur aura à côté de lui son régulateur chargé de le rappeler à l'ordre.

M. Barbat-Dosseur, chef d'une station des chemins de fer du Midi, a exposé une lanterne-signal perfectionnée. Dans une lettre adressée à l'administrateur de la compagnie, il raconte que le ... il faisait un vent extrêmement violent, que tous les signaux étaient éteints dans le voisinage de la station, et qu'enfin l'entrecroisement de trains qui

n'apercevaient pas la station, avait failli causer plusieurs accidents. Il a cherché et croit avoir trouvé le moyen d'empêcher l'extinction par le vent, serait-ce le plus violent mistral, des lanternes-signaux dont sont munis les conducteurs de trains, les agents du service de la voie et les différents appareils des stations. Ce moyen, dit-il, n'est pas onéreux, et il le met à la disposition de la compagnie des chemins de fer du Midi, se réservant, comme de juste, d'en user, comme il lui plaira vis-à-vis les autres compagnies.

Je ne sais quel a été ou quel sera le résultat des expériences que le directeur annonce, dans sa réponse, devoir faire sur la lanterne-signal; je désire qu'il soit favorable à l'invention de M. Barbat-Dosseur. Du reste, quel qu'il soit, le chef de station mérite des éloges pour les essais qu'il a faits et pour l'obligeance avec laquelle il offre sa lanterne à la compagnie qu'il représente dans sa station.

Après l'éclairage, il est naturel de s'occuper un peu du chauffage; mais ici, je vous ferai grâce de la description d'appareils, non pas qu'il en manque à l'Exposition ou que ces appareils ne soient pas bien exécutés; les fourneaux de M. Verhoest m'ont paru dans de très bonnes conditions; mais ils sont déjà connus et n'offrent rien de nouveau à signaler.

Les combustibles pour le chauffage se multiplient de plus en plus, et cependant j'ai à répéter ce que je vous disais pour l'éclairage : le prix en reste élevé. Le bois, dont on se servait exclusivement dans les foyers domestiques il y a trente ans, ne contribue plus seul à l'entretien de ces foyers, la houille et le coke lui sont venus en aide, et cependant le stère de bois coûte plus cher qu'autrefois; cela tient évidemment à la grande quantité de bois que, malgré l'emploi du fer, absorbent les chemins de fer pour la pose des rails et la construction d'un grand nombre de bâtiments et d'appareils de transport; de plus, si l'abondance des combustibles est plus grande, la consommation, grâce à l'établissement toujours croissant des machines à vapeur, a augmenté dans un rapport qu'on ne saurait évaluer, sans erreur grossière, qu'à l'aide de documents précis.

Le Midi de la France n'est pas mal partagé pour les charbons : ainsi, je vois figurer à l'Exposition les houilles et cokes des mines de la Grand'Combe, de la compagnie houillère de Robiac et Bességes, des mines de Portes et quelques échantillons du bassin houiller de Graissessac. Il y a même quelques fragments qui indiquent une grande puissance : ainsi, la compagnie houillère a exposé 20,700 kilog. de houille en cinq blocs, dont le plus puissant pèse 7,000 kilog.; la compagnie des mines de Portes, dans la construction de la *porte* qui représente son exposition, a fait entrer des blocs devant peser 2 à 3,000 kilog. Dans le Var, on rencontre les mines de l'Esterel, qui fournis-

sent de la houille; et enfin le Var et les Bouches-du-Rhône ont un riche bassin de lignites, représenté par le charbon de la Valentine. MM. Armand et Ce ont exposé un bloc ayant à peu près un volume d'un demi-mètre cube; à la surface de ce bloc, on peut voir des débris d'*unios* et d'*anodontes*, dont le terrain à lignites est très abondamment pourvu.

L'accroissement de la consommation des différents charbons, naturels ou fabriqués, a décidé un grand nombre d'industriels à utiliser des résidus qui auparavant étaient abandonnés. C'est ainsi que l'on a vu se créer diverses sociétés analogues à celle du charbon de Paris. Les grandes compagnies, qui ont plus de débris que les autres, n'ont pas dédaigné de fabriquer elles-mêmes de ces charbons dits agglomérés. Ainsi, la société de la Grand'Combe a exposé, au milieu de la houille et du coke, des *agglomérés* de forme rectangulaire ou cylindrique, pour l'usage des locomotives, des bateaux à vapeur et des foyers domestiques.

M. V. F..., de Marseille, s'est aussi occupé de la fabrication des agglomérés; les débris de bois dont il se sert étaient jetés sur le bord de la mer et sur les chemins vicinaux; dans les premiers temps, il n'eut pour les acquérir qu'à payer les frais de transport; mais comme toute substance restée sans emploi et qui en trouve un, les débris de bois augmentèrent de prix, et c'est en payant 1 fr. les 100 kil. que l'on peut maintenant se les procurer. Il est résulté de là une augmentation de prix dans les *capsules* ou *briquettes végétales* que fabrique M. V. F... Vendues primitivement 4 francs, elles coûtent actuellement 5 fr. 50; à ce prix elles sont encore bien plus économiques que le charbon de bois, qu'elles peuvent remplacer dans beaucoup de circonstances.

Je ne comparerai pas les briquettes aux charbons de bois que l'on vend à Marseille, qui généralement sont très mauvais et ne peuvent rivaliser, pour la plupart, qu'avec la tourbe pour leur qualité inférieure; si l'on en consomme, il faut avouer que c'est par la simple raison qu'il n'y en a pas de meilleur.

Les briquettes ne donnent pas un feu aussi ardent que le charbon ordinaire; pour en activer la combustion, il faut les rompre en petits morceaux, sans cependant empêcher la circulation de l'air. Mais très souvent on a besoin d'un feu doux et, sous ce rapport, les briquettes sont bien supérieures au charbon : elles se consument très lentement, et dégagent, pendant plusieurs heures, de la chaleur sans aucun danger d'incendie. Ajoutées au bois dans un foyer, elles en ralentissent la combustion tout en répandant une douce chaleur dans l'appartement.

Ce qui fait surtout l'avantage de ces briquettes sur le charbon ordinaire, c'est qu'elles dégagent beaucoup moins de gaz délétères; par

l'addition en petite quantité (3 p. 100) d'un calcaire préparé convenablement, les produits de la combustion sont en grande partie absorbés et les capsules peuvent être brûlées sans danger d'asphyxie dans ces funestes *braseros* dont l'usage est si répandu dans le midi ; elles donnent une chaleur douce, continue, sans odeur ni fumée. Sous ce rapport le nouveau combustible peut rendre de grands services aux ouvriers qui, la plupart du temps, se tiennent dans la pièce qui leur sert à la fois de cuisine, de salle à manger, ajoutons même souvent de chambre à coucher.

La forme de ce charbon, qui ne laisse presque pas de trace, est encore une qualité, grâce à laquelle on peut facilement l'emmagasiner, sans être exposé à cette poussière insupportable qui se dégage des charbonnières toutes les fois qu'on y remue du charbon.

M. F... s'est occupé aussi du massage des charbons naturels pour l'alimentation des cheminées fermées, des fourneaux, des calorifères ; il fabrique dans les mêmes moules et par le même système des briquettes dites *capsules minérales*, qu'il livre à un prix encore inférieur.

Maintenant, mon cher ami, que nous connaissons les moyens de nous procurer l'eau et le feu, ces deux mobiles qui, après l'argent, jouent le rôle le plus important dans l'industrie, nous allons nous occuper de quelques-uns des produits qu'ils servent à fabriquer.

IV

Mon cher ami,

En me promenant dans la galerie de l'Exposition, j'ai été frappé de la place qu'y occupent les industries auxquelles ont donné naissance les découvertes du dix-neuvième siècle. La photographie et la galvanoplastie, qu'on ne sait, à cause de la beauté de leurs productions et de la facilité à les obtenir, où ranger parmi les arts ou les industries, existent à peine depuis une vingtaine d'années, et déjà elles ont atteint un degré de perfection difficile à dépasser. Pendant que j'admire ces chefs-d'œuvre de la lumière et de l'électricité, qui ne semblent faits que pour des maisons princières, les sonneries continuelles des moniteurs électriques me rappellent les nombreuses applications de l'électro-magnétisme, et entre autres la télégraphie, qui permet à l'homme de correspondre en quelques minutes d'un hémisphère à l'autre.

Si je quitte les productions des agents physiques pour examiner celles de la chimie, je vois également que la plupart de ces substances, depuis la soude jusqu'au sucre, sont maintenant extraites par des procédés sortis des laboratoires avant d'avoir été appliqués dans les

usines. Un grand nombre d'entre elles doivent même le jour à ces réactions incessantes que font les savants et la nombreuse pléiade d'étudiants qui se groupent autour d'eux pour saisir quelques-uns des arcanes de la nature.

Les chimistes brûlent probablement plus de charbon que leurs prédécesseurs les alchimistes, mais ils en retirent autre chose que de la fumée ou un *caput mortuum* dont un Raymond Lulle ou un Paracelse étaient seuls capables d'extraire quelque produit utile à l'humanité. Ce n'est plus le caprice ou la recherche de la pierre philosophale qui les fait marcher, c'est la méthode, c'est l'application de ces principes énoncés par Bacon et Descartes, principes tellement simples, tellement naturels, qu'en lisant aujourd'hui le *Novum Organum* ou le *Discours sur la méthode*, on ne comprend pas que ces ouvrages aient fait révolution il y a deux siècles ; principes tellement féconds qu'on n'a plus besoin de s'appeler Descartes ou Leibnitz, Scheele ou Lavoisier, Fresnel ou Davy, pour faire quelque découverte importante, intéressant le monde entier.

La théorie et la pratique se lient de plus en plus l'une à l'autre, la théorie a quitté ces régions élevées de la pure spéculation où souvent les plus riches intelligences ne trouvaient que vanités et déceptions. L'ami de la science ne se complaît pas, comme autrefois, à chercher des voies nouvelles où personne ne peut le suivre, il s'efforce maintenant d'élargir et de continuer le sentier tracé par ses prédécesseurs; il guide l'homme pratique, et après l'avoir introduit dans le sanctuaire, il lui dit : voilà ce que j'ai fait; ton argent, ton crédit, te permettent d'exploiter ce qui, dans mon laboratoire, serait une pure curiosité ; perfectionne, vulgarise, et profite; moi je retourne à mes creusets, et demain je ferai la fortune d'un autre.

L'industriel, de son côté, ne se renferme plus dans le cercle étroit de la routine, qui rejette toute espèce de modification et n'admet pour guide que le hasard. Ce n'est plus un manœuvre dont tout le talent se borne à alimenter un feu plus ou moins ardent ou à mélanger quelques substances sans aucun discernement. L'industriel accepte les conseils de la science, les recherche même ; bien plus, il veut savoir cette langue nouvelle de la chimie et la fait apprendre à ses enfants. Aussi, maintenant, combien d'hommes sortis, les uns du laboratoire, les autres de l'usine, se rencontrent sur le même terrain pour trouver les applications des découvertes de nos maîtres ! Le savant n'a pas le temps de poursuivre jusque dans ses dernières conséquences la loi nouvelle qu'il vient de découvrir ; mais ses élèves sont là pour développer l'idée féconde, l'homme [illegible] est là pour faire les frais des premiers essais, et de cette rencontre surgit une industrie qu'on ne soupçonnait même pas quelques années auparavant.

Parmi tous ces produits chimiques qui ont attiré mon attention, je vous citerai d'abord l'aluminium. Nous le devons au savant professeur de l'École normale qui, depuis dix ans, consacre sa fortune et tout le temps que lui laisse l'enseignement à la recherche de méthodes nouvelles pour l'extraction des métaux, le sodium, l'aluminium, le magnésium, le platine, etc. M. H. Sainte-Claire Deville a montré par ses travaux, qui se succèdent sans interruption, que pour le véritable savant il y a toujours du nouveau à apprendre, même dans les chemins les plus battus ; il a su, par des changements, en apparence insignifiants, faire baisser le prix d'un métal à peine connu, de 2,000 francs à quelques francs le kilogramme ; il a su, reprenant les travaux, réputés parfaits, de ses devanciers, montrer sous son vrai jour un métal seulement entrevu jusque-là, et faire de ce corps un nouvel auxiliaire des métaux communs et des métaux riches. L'aluminium, quoique découvert en 1827 par M. Wöhler, n'est connu en réalité que depuis 1854 ; trois ans après, l'usine naissante de Nanterre le livrait au prix de 300 francs le kilog. ; aujourd'hui, la même quantité ne coûte plus que 100 francs. De tels progrès, en moins de dix ans, méritent d'être signalés, et je serai heureux si je puis, par ces quelques lignes, vous apprendre sur l'aluminium et ses applications un peu plus que vous n'en savez. Du reste, si je suis aidé dans ce travail par mes souvenirs, je le serai encore plus par la brochure intéressante qu'a publiée M. Deville il y a deux ans.

La fabrication de l'aluminium repose sur l'emploi de trois matières essentiellement différentes : 1° chlorure double d'aluminium et de sodium, ou matière aluminifère ; 2° sodium ou réducteur ; 3° cryolithe ou spath fluor fondant.

Le chlorure double s'obtient en faisant passer un courant de chlore sur un mélange de charbon, d'alumine et de sel marin ; l'alumine est elle-même préparée par la décomposition de l'alun sous l'influence de la chaleur ; on retire aussi une certaine quantité d'alumine des scories qui proviennent de la fabrication. L'appareil pour l'attaque du mélange par le chlore est très bien disposé pour faire marcher cette opération d'une manière presque continue et condenser les vapeurs de chlorure double. Ce corps a été avantageusement substitué au chlorure simple d'aluminium, parce qu'il est moins volatil à la température ordinaire, et que, dans le traitement par le sodium, il nécessite l'emploi d'une moindre quantité de ce métal.

Le sodium a été découvert en même temps que le potassium, en 1804, par sir Humphry Davy ; ce fut la première application importante de la pile, construite quelques années auparavant par Volta. L'expérience de Davy fut une source féconde de nouvelles découvertes ; aussi l'Académie des sciences n'hésita pas à lui décerner le grand prix fondé

par Napoléon, et l'on vit un Anglais, au milieu de cette lutte acharnée qui devait se terminer par l'abaissement de la France, traverser les croisières anglaises et françaises pour venir chercher en plein Institut la digne récompense de ses travaux : *Et nunc gentes intelligite.*

Le potassium et le sodium étaient appelés à rendre trop de services à la science pour qu'on se bornât à ces globules obtenus à grands frais par Davy. Gay-Lussac et Thenard donnèrent bientôt un moyen de décomposer la potasse par le fer ; plus tard M. Brunner réussit à décomposer les carbonates alcalins par le charbon, et enfin MM. Donny et Mareska, par la modification des récipients, simplifièrent beaucoup cette préparation.

Mais jusque-là c'était sur le potassium que les expériences avaient été faites ; on ne connaissait pas les propriétés curieuses du sodium qui le rendent bien plus apte que le potassium à devenir une matière industrielle. Son faible équivalent et le prix du carbonate de soude qui sert à le préparer, auraient dû, depuis longtemps, le faire préférer au potassium. Les deux métaux décomposent l'eau à la température ordinaire et s'enflamment par leur combinaison avec l'oxygène ; mais le potassium est bien plus dangereux à manier que le sodium ; il suffit de l'écraser entre deux feuilles de papier pour qu'il s'enflamme avec une sorte d'explosion, tandis que le sodium peut être laminé entre deux feuilles de papier, coupé, manié à l'air sans accidents, si les doigts et les instruments ne sont pas mouillés. Il peut être impunément chauffé à l'air au delà de son point de fusion, et sa vapeur paraît seule être inflammable.

Toutes ces propriétés étaient ignorées avant les travaux de M. Deville ; c'est lui qui les fit connaître ; c'est lui aussi qui, en modifiant les récipients et le mélange des substances mises en réaction, fournit le moyen d'obtenir à vil prix le sodium nécessaire à la fabrication de l'aluminium.

La cryolithe est un fluorure double d'aluminium et de sodium, que l'on trouve en quantité assez considérable au Groënland, mais que son prix trop élevé défend d'employer avec succès, comme substance aluminifère ; elle sert seulement de fondant dans la préparation du métal.

Le chlorurhe double et la cryolithe pulvérisés sont mélangés avec le sodium coupé en petits lingots, et le tout est jeté sur la sole d'un four à réverbère que l'on a chauffé à l'avance. Les registres du four sont alors fermés pour empêcher autant que possible l'accès de l'air. Bientôt une réaction très vive se manifeste avec production d'une quantité de chaleur telle que les parois du four et la matière elle-même sont portées au rouge vif. La fusion du mélange s'opère presque complétement sous cette influence. Quand on juge l'opération finie, on coule

par une ouverture et l'on reçoit la scorie dans des bâches de fonte; à la fin de la coulée arrive en un seul jet l'aluminium qui vient se réunir à la partie inférieure de la scorie encore liquide qui s'est écoulée avant lui.

Dans cette préparation, le chlorure et le sodium sont les deux produits essentiels, et c'est en abaissant le prix de ces substances que l'on doit faire aussi diminuer le prix de l'aluminium. M. Deville a employé différents moyens pour se procurer l'alumine, et il s'est toujours adressé soit au sulfate d'alumine, soit aux aluns de potasse et d'ammoniaque; mais l'alun ammoniacal est trop coûteux pour la petite quantité d'alumine qu'il contient, l'alun de potasse ne donne jamais de l'alumine pure; pour la purifier, on la fait digérer dans une lessive de soude caustique, et il se produit un aluminate de soude, corps blanc, parfaitement défini, très soluble dans l'eau; il suffit de traiter par l'acide carbonique ce corps en dissolution dans l'eau pour le transformer en alumine et carbonate de soude. MM. Henry Merle et C^e^, fabricants de produits chimiques à Alais, obtiennent maintenant l'aluminate de soude par la simple action à chaud du carbonate de soude sur les minerais alumineux qu'on trouve en abondance dans le Var; l'aluminate de soude, fabriqué ainsi de toutes pièces sans le secours de l'alun, et fournissant à poids égal cinq fois autant d'alumine, réalise un grand progrès pour la fabrication de l'aluminium. Ce corps paraît même destiné à remplacer l'alun dans l'industrie, comme vous le verrez tout à l'heure.

M. Merle a également apporté des perfectionnements dans la fabrication du sodium, et il a fait figurer à l'Exposition un flacon d'un litre environ, contenant du sodium sans huile de naphte; quoique en contact avec l'air, ce métal, qui a l'éclat de l'argent, n'est pas encore terni depuis six semaines qu'il est exposé.

L'aluminium est un corps remarquable par ses propriétés physiques et chimiques qui le rapprochent des métaux précieux; il faut espérer qu'un jour le prix de revient en fera un métal commun, et qu'ainsi il pourra être considéré comme un des métaux les plus utiles.

C'est un métal d'un beau blanc tirant sur le bleu, surtout lorsqu'il a été travaillé; il est susceptible de prendre un mat comparable à celui de l'argent; mais quand on le polit, sa couleur bleuâtre devient plus manifeste. Il jouit d'une grande malléabilité et d'une grande ductilité; on en a fait des feuilles aussi minces que celles d'or et d'argent, et dès 1855, malgré son état d'impureté, on l'a étiré en fils assez fins pour servir dans la passementerie; il se rapproche encore de l'argent quant à la ténacité et à l'élasticité; il fond à une température intermédiaire entre celles du zinc et de l'argent, et avec quelques

précautions il peut être moulé ; mais il est complétement fixe et ne perd rien de son poids lorsqu'il est violemment chauffé au feu de forge dans un creuset de charbon. Il se distingue des autres métaux par sa sonorité et sa densité ; un lingot d'aluminium, suspendu à un fil fin et frappé d'un coup sec, produit le son d'une cloche de cristal ; quant à la densité, elle est notablement plus faible que celle de tous les métaux usuels. Sous le même volume, le zinc, l'étain, le fer pèsent environ trois fois autant que lui ; l'argent pèse plus de quatre fois, de telle sorte que l'aluminium pourra remplacer ce dernier métal lorsqu'il faudra dans l'application tenir compte du volume plutôt que du poids.

L'aluminium n'est nullement attaqué par l'air sec ou humide à aucune température ; il ne décompose l'eau que très faiblement à la température la plus élevée que puisse produire un fourneau à réverbère, surmonté d'un tuyau de tôle d'un mètre de longueur. Le soufre et ses composés, acide sulfydrique ou sulfurique, sont également sans action ; l'acide nitrique l'attaque faiblement et seulement lorsqu'il est bouillant ; les acides organiques, vinaigre, acide tartrique, etc., ont une action nulle ou presque insensible. Les véritables dissolvants de l'aluminium sont l'acide chlorhydrique et les alcalis ; cependant l'action est peu énergique si le métal est très pur, et M. Deville a constaté qu'un mélange de vinaigre et de sel agit avec une grande lenteur. Du reste, tous les autres métaux que l'on emploie dans les opérations culinaires sont également susceptibles d'être attaqués dans les mêmes circonstances ; ainsi, le sel marin attaque aussi rapidement le cuivre, l'étain et même l'argent que l'aluminium, et cependant on se sert journellement de ces métaux sans accidents, quoique leurs dissolutions, celles de l'étain comme les autres, soient éminemment toxiques.

L'aluminium doit prendre à plusieurs titres un rang honorable dans les arts et dans l'industrie. Par son éclat et son inaltérabilité, il doit remplacer dans beaucoup de circonstances l'argent. A peine l'aluminium a-t-il paru, que déjà la bijouterie et l'orfévrerie s'en sont emparés. Les bijoux en aluminium n'ont pas, dans les magasins, l'éclat des bijoux en argent, mais ces derniers se ternissent rapidement sous l'influence de l'hydrogène sulfuré, et bientôt sont moins brillants que les autres.

M. Christofle s'est servi de l'aluminium pour faire des pièces d'orfévrerie dignes de remarque : nous avons à l'Exposition plusieurs groupes d'animaux et un groupe d'une assez grande proportion, représentant une nymphe et un faune. Ces objets, malgré leur teinte bleuâtre, sont très agréables à l'œil, et je ne serais pas étonné que, d'ici à quelques années, l'aluminium détrônât complétement l'argent

pour les statuettes et autres objets d'art : déjà, dans beaucoup de magasins, on voit figurer des coffrets où le nouveau métal est heureusement marié avec l'or. Les couverts en argent doivent aussi céder la place aux couverts en aluminium qui, à égalité de volume, ont un poids quatre fois et un prix huit fois moindre. Ce qui retardera peut-être encore pendant longtemps la chûte de l'argenterie, c'est la facilité avec laquelle on peut la convertir en argent monnayé, propriété que n'aura jamais l'aluminium, qui est réservée à l'or et à l'argent.

La légèreté de l'aluminium l'a déjà fait employer pour la construction des lunettes et des instruments de marine. On s'en est également servi pour la confection des faibles poids et pour les fléaux des balances de précision. Vous savez, en effet, que le poids du fléau est l'un des éléments qui diminue la sensibilité des balances. Enfin on a utilisé les propriétés optiques de l'aluminium pour en faire des réflecteurs, qui joignent à l'avantage de l'inaltérabilité celui de modifier, par sa couleur bleuâtre, la couleur jaune des lumières artificielles.

Les applications précédentes rapprochent l'aluminium des métaux précieux ; il peut aussi remplacer les métaux communs dans certains alliages. Depuis l'apparition de l'aluminium on a tenté de l'allier à d'autres métaux, tels que le cuivre et l'argent ; c'est le cuivre qui a le mieux réussi, et l'on fait aujourd'hui des bronzes d'aluminium qui ont une grande valeur. Le bronze, contenant 10 0/0 d'aluminium et 90 de cuivre, est d'une dureté égale à celle de l'acier fondu ; il est ductile, très fusible, se coule comme le bronze ordinaire et se forge à chaud avec la plus grande facilité. M. Merle, dont je vous ai déjà parlé, a exposé de forts barreaux en aluminium, une plaque du même métal pesant 40 kilog., et des fils de diverses grosseurs ; enfin, plusieurs pièces forgées et fondues, des chandeliers, des coussinets de machines à vapeur, etc. C'est surtout comme coussinets de machines que le bronze d'aluminium paraît avoir de l'avenir ; il peut résister à l'usure pendant un temps presque indéfini, là où le bronze ordinaire a une durée de quinze jours.

Ainsi, les propriétés pour lesquelles l'aluminium doit être recherché sont son éclat, sa légèreté, son innocuité et son inaltérabilité à l'air dans les conditions ordinaires. Mais il ne faut pas oublier que ce n'est pas un métal éminemment *précieux*, et qu'il faut l'éviter partout où il peut rencontrer de l'acide chlorhydrique ou des alcalis. M. Deville le fait lui-même remarquer, il y a autant d'inconvénients à faire une tabatière en aluminium qu'il y en aurait à mettre de la moutarde dans un vase d'argent. Mais de ce que ce métal est impropre à certains usages, il ne faut pas en conclure qu'il n'est propre à aucun ; en tirant une telle conclusion, il faudrait, pour être conséquent, rejeter tous les métaux, car aucun n'est propre à tout.

M. Merle a exposé aussi d'assez grandes quantités d'aluminate de soude, pour lequel il a déjà trouvé un autre emploi que celui de servir à la fabrication de l'aluminium. Ce corps constitue un mordant alcalin direct, pouvant, par une légère addition d'acide, constituer un mordant acide; il peut remplacer dans la teinture l'alun, le sulfate et l'acétate d'alumine; actuellement, ce produit coûte 70 francs les 100 kilog., prix qui correspond, vu l'alumine qu'il contient, à 14 fr. pour 100 kil. d'alun. Dans la vitrine de M. Merle se trouvent des échantillons de soie et de laine qui ont été mordancés avec l'aluminate de soude et qui présentent des couleurs aussi vives que celles que l'on obtient par d'autres mordançages. Les applications de l'aluminate sont encore peu nombreuses; mais il est probable que d'ici à peu de temps on trouvera le moyen de le substituer à l'alun dans presque toutes les industries où figure ce corps.

Je quitte M. Merle avec l'aluminium et les produits qui en dérivent; mais nous le retrouverons dans quelques jours lorsqu'il s'agira des sels de soude et de potasse qu'on extrait des eaux de la mer ou qu'on fabrique artificiellement.

A bientôt.

Votre tout dévoué,

A. JAMET.

DE LA RÉDUCTION DE LA PHYSIQUE

A LA MÉCANIQUE

(Suite et fin [1].)

Pour passer de la mécanique à la physique, nous admettrons que les actions réciproques des points matériels de l'univers ne dépendent que de leurs distances mutuelles et non des temps ou des chemins parcourus. Il n'en faut pas davantage pour établir le grand principe des forces vives, duquel découle très simplement la théorie du travail mécanique de la chaleur, de celui de l'électricité, et des autres agents physiques ou chimiques.

Ce magnifique principe, entrevu par Leibnitz et formulé par des géomètres qui n'en ont pas d'abord entrevu toute l'importance, consiste en ce que la quantité de force vive renfermée dans un système de points matériels, ne dépend que de leurs distances mutuelles, et que, par conséquent, la quantité de force vive perdue ou gagnée par le système, en passant d'une forme à une autre,

[1] Voir la *Presse scientifique des deux mondes*, tome III de 1861, page 15, n° du 1er juillet.

est toujours la même, quel que soit le temps pendant lequel s'est effectuée cette transformation, et quelles que soient les formes intermédiaires par lesquelles le système a passé [1]. Il en résulte que, par exemple, si une certaine quantité de force vive est donnée sous la forme de chaleur, l'effet mécanique qu'on pourra en retirer sera le même, que l'on emploie cette chaleur à échauffer de l'eau dans la chaudière d'une machine à vapeur, à échauffer un gaz dans une machine à gaz, ou à produire de l'électricité motrice (pourvu que l'on tienne compte de la force vive perdue par les frottements, les chocs et les refroidissements); que la quantité de chaleur ou d'électricité nécessaire pour détruire une combinaison chimique est précisément égale à celle qui se dégage pendant que la combinaison s'effectue, etc., etc. Et ce qu'il y a de plus admirable dans cette théorie dynamique générale, fondée sur le principe des forces vives, c'est qu'elle ne repose que sur un seul postulatum, à savoir que tous les phénomènes physiques sont des phénomènes de mécanique, et que pour l'établir il n'est nullement nécessaire de connaître la structure intime de la matière, de savoir s'il y a des atomes polyédriques ou s'il n'y en a pas; de connaître la loi des attractions moléculaires ou des affinités chimiques; de savoir si l'éther existe ou non, s'il y a plusieurs espèces de matières ou s'il n'y en a qu'une seule. Cette théorie ne pourrait être en défaut que s'il y avait des substances n'obéissant pas aux lois générales de la mécanique, et c'est ce que l'harmonie générale du monde ne permet guère de supposer.

Pour établir la physique moléculaire, comprenant les théories de l'élasticité, du son, de la lumière, de la chaleur et très probablement de l'électricité, nous aurons encore besoin d'admettre que les actions moléculaires ne sont sensibles qu'à de très petites distances, et qu'elles n'ont pas lieu de la même manière dans toutes les directions; et enfin, pour fonder la mécanique céleste, il nous faudra admettre la loi de l'attraction en raison inverse des carrés des distances, loi évidemment moins simple que toutes celles que nous avons rappelées jusqu'ici, et qui pour cette raison doit être considérée bien moins comme une propriété immédiate de la matière que comme une conséquence de ses propriétés élémentaires.

Ce sont là toutes les notions qui entrent réellement dans la conception de la matière telle qu'on la considère en physique, ce sont les seules dont on ait déduit des conséquences. Les hypothèses sur les

[1] On appelle force vive d'un point matériel le produit de sa masse par le carré de sa vitesse. — L'effet utile, le *travail* qu'on peut tirer d'un corps en mouvement est donné par ce produit, réciproquement ce produit mesure le travail nécessaire pour mettre le corps en mouvement.

atomes sont tout à fait inutiles. La conception d'atomes polyédriques fait comprendre à la vérité comment l'élasticité peut n'être pas la même dans toutes les directions, mais cette variation de l'élasticité peut avoir bien d'autres causes, et l'on aurait tort de se charger d'une hypothèse quand on peut s'en passer. Les équations de l'équilibre d'élasticité, des mouvements vibratoires et de la propagation de la chaleur sont les mêmes si l'on suppose la matière continue, que si on la suppose discontinue; elles sont même plus faciles à établir dans le premier cas, et c'est une raison pour admettre plutôt la continuité de la matière que sa discontinuité. Les arguments les plus solides en faveur des atomes étaient fondés jusqu'à ce jour sur les phénomènes de la cristallisation; or, M. Lamé, qui croit aux atomes, vient précisément de donner la théorie de la cristallisation sans faire aucun usage de ceux-ci.

L'idée que nous nous ferons de la matière sera donc la réunion de toutes les propriétés mécaniques que nous lui avons accordées jusqu'ici; il ne faudra y en ajouter de nouvelles que pour opérer la transition de la physique, qui traite des propriétés communes à tous les corps, à la chimie qui ne considère que leurs propriétés particulières. Nous devons laisser ici cette dernière science de côté, parce qu'elle n'est pas encore assez avancée pour que les mathématiques puissent en aborder les détails; cependant nous ne doutons pas que les affinités chimiques ne soient aussi du domaine de la mécanique, puisqu'elles se transforment à chaque instant en chaleur, et que celle-ci, de même que l'électricité et la lumière, agit sur les affinités. Ce n'est probablement qu'avec les premières manifestations de la vie que commence un ordre de phénomènes radicalement distincts, dont le plus élevé est celui de la *conscience*, qu'il nous paraîtrait tout à fait absurde de vouloir expliquer par la mécanique.

Nous pouvons maintenant reprendre l'examen des connaissances actuelles sur la matière, sur les forces et sur les formes de mouvements capables de produire les phénomènes physiques.

La physique mathématique se réduit presque entièrement aujourd'hui à la théorie de l'attraction universelle, à la théorie de l'élasticité des corps solides et à la théorie de la chaleur; c'est à ces trois théories que toutes les autres se rattachent. La première est pour ainsi dire achevée dans la *Mécanique céleste* de Laplace. Les deux autres datent à peine du commencement de ce siècle; elles ont été élaborées par les travaux de Fourier, Navier, Poisson, Cauchy, Duhamel, et leurs principes définitifs n'ont été établis que depuis peu d'années par M. Lamé[1].

[1] Dans ses trois remarquables ouvrages : *Leçons sur l'Élasticité*, *Leçons sur les Coordonnées curvilignes* et *Leçons sur la Théorie de la chaleur*, chez Mallet-Bachelier, 1852, 1859 et 1861.

La théorie de l'élasticité des solides homogènes, cristallisés ou non, ne repose plus sur aucune hypothèse concernant les actions moléculaires : toutes celles qui avaient servi à l'établir ont été écartées successivement; elle laisse libres toutes les opinions que l'on voudrait s'en faire, et elle a toute la pureté et la rigueur d'une branche de la mécanique rationnelle. Les équations les plus générales des petits mouvements vibratoires font partie de cette théorie, et il suffit de les particulariser pour obtenir celles qui expriment les vibrations sonores ou lumineuses et bien d'autres espèces de vibrations qui ne correspondent à aucun phénomène que l'expérience ait encore manifesté à nos sens. L'acoustique rentre tout entière dans la théorie de l'élasticité dont elle n'est qu'un chapitre. Il en est de même d'une grande partie de l'optique : de ce côté aussi la science est solidement assise, il n'y a plus qu'à la développer par l'emploi judicieux et simultané de l'expérience et du calcul, et les résultats déjà acquis garantissent les résultats futurs.

La théorie mathématique de la chaleur devra aussi rentrer inévitablement dans la théorie de l'élasticité, mais on n'est pas encore parvenu à l'y rattacher, et l'idée de le faire est même trop récente pour qu'on l'ait déjà sérieusement tenté. Ce que l'on nomme aujourd'hui théorie de la chaleur ne traite, à proprement parler, que de la transmission de la chaleur par voie de conductibilité, et non de son origine et de sa production, et encore s'en faut-il de beaucoup que cette théorie restreinte soit achevée, vu les grandes difficultés mathématiques qu'elle présente. Mais si elle est incomplète, nous devons dire aussi qu'elle est plus générale qu'une vraie théorie spéciale de la chaleur ne le serait et qu'elle est aussi franche d'hypothèses que la théorie de l'élasticité. Elle est établie en considérant simplement la chaleur comme une quantité qui varie d'un point à l'autre de l'espace (une *fonction de point*), et dont la variation avec le temps, en un point quelconque, ne dépend que de la valeur de cette quantité pour les points infiniment voisins de celui que l'on considère. En d'autres termes, on définit la chaleur, sans se faire aucune idée de son essence, par la propriété qu'elle a de ne se transmettre dans les corps athermanes que par le contact et non à distance comme l'attraction.

La théorie analytique de la chaleur s'étend alors à toutes les manifestations physiques imaginables dont la variation de l'intensité avec le temps ne dépend que d'actions qui s'exercent dans la contiguïté. Or, c'est là le caractère de l'électricité dynamique, aussi bien que celui de la chaleur; c'est en effet en partant de ce principe qu'Ohm a trouvé les lois mathématiques des courants électriques, que M. Pouillet a retrouvées après lui par l'expérience seule, et que l'expérience de tous les jours continue à vérifier dans ses moindres dé-

tails. Il suffirait sans doute de faire faire à la théorie de Ohm des progrès correspondants à ceux de la théorie de la chaleur pour trouver l'explication d'un grand nombre de phénomènes électriques.

Bien que la théorie de la chaleur ne soit pas encore réduite à celle de l'élasticité, il existe déjà un principe commun, un lien entre elles, puisque dans l'une on admet que la chaleur ne se transmet que dans la contiguïté, et que dans l'autre on admet que les forces élastiques n'agissent également que dans la contiguïté. Cette communauté de principe établit de nombreux rapports entre ces deux théories, et personne ne sera surpris, après ce que nous venons de dire, d'apprendre que les équations aux différentielles partielles qui régissent la température dans l'intérieur d'un corps, sont les mêmes (à un changement de signe près) que celles qui régissent la dilatation et les petits mouvements vibratoires, et que dès qu'on possède la solution d'un problème de l'une de ces deux théories, on possède la solution du problème correspondant dans l'autre.

Mais ce qui est plus curieux et se comprend moins aisément, c'est que ces équations se sont rencontrées pour la première fois dans la mécanique céleste, dans les recherches sur l'attraction des sphéroïdes, où l'on part de principes bien différents. Les rapprochements que le calcul opère ainsi ne sont peut-être pas fortuits, et M. Lamé a peut-être raison d'y voir l'indice d'une fusion prochaine entre toutes les branches de la physique mathématique qui deviendra plus simple, plus facile et plus générale à mesure qu'elle se débarrassera des hypothèses sur les forces naturelles, et fournira à l'esprit humain des ressources nouvelles pour aborder avec succès la recherche du mode d'action de ces forces elles-mêmes.

L'un des exemples les plus curieux de la corrélation qu'il y a entre la théorie de la chaleur et la théorie de l'élasticité, c'est l'explication de la formation des cristaux dont nous avons dit un mot tout à l'heure. « La théorie analytique de la chaleur, parvenue à sa phase définitive, peut aborder maintenant, dit M. Lamé, tous les polyèdres cristallins sans exception. Toutes les facettes, toutes les troncatures observées sur les cristaux naturels s'associent de manière à former des parallélipipèdes, des rhomboèdres, des prismes triangulaires ou hexagonaux, des tétraèdres, des octaèdres, des dodécaèdres rhomboïdaux, réguliers ou irréguliers, dont le refroidissement par communication s'exprime à l'aide de séries périodiques. »

Or, quand un milieu élastique vibre il s'établit dans ce milieu des plans que l'on peut nommer, par analogie avec la théorie du son, plans nodaux, et tels que les molécules qui leur appartiennent n'en sortent pas; ces plans divisent le milieu en éléments polyédriques qui vibrent à l'unisson, et l'analogie qui existe entre les équa-

tions de la communication de la chaleur et celles du mouvement vibratoire permet d'exprimer l'état vibratoire des corps cristallisés, aussi bien que le refroidissement des mêmes corps au moyen de séries périodiques. « Mais il y a cette différence remarquable que, pour la chaleur, l'intégrale par séries périodiques n'est qu'accidentelle, tandis que pour les vibrations cette forme périodique est exigée par l'existence de concamérations identiques vibrant à l'unisson. Cette dernière nécessité paraît indiquer que la forme polyédrique des cristaux naturels est un phénomène de vibrations. »

Regardant cette indication comme une preuve, M. Lamé admet qu'une dissolution saline concentrée se partage dès l'abord en concamérations polyédriques par l'effet de vibrations occasionnées par la chaleur ou par d'autres causes. Dans chacun de ces éléments limités, les molécules salines vont en se rapprochant de plus en plus vers la solidité; quand elles ont acquis un volume suffisant, elles se réunissent entre elles en écartant l'eau-mère qui peut se mouvoir librement dans les cloisons de séparation, et par leur réunion elles forment les cristaux. Les différents systèmes cristallins correspondent à la distribution inégale de l'élasticité autour d'un point dans le liquide cristallin.

Cette explication ingénieuse fait comprendre plusieurs particularités que présente le phénomène de la cristallisation, et elle contient certainement le fond de la véritable explication; c'est ce que l'on reconnaîtra sans doute généralement quand on aura eu le temps de s'y accoutumer.

Les théories de la physique mathématique forment donc, dans l'état actuel de la science, deux grandes divisions : d'une part, l'attraction newtonienne et les attractions et répulsions électriques qui se groupent autour d'elle; d'autre part, la théorie de l'élasticité et de la chaleur. Il est à espérer que cette dualité disparaîtra, soit que l'on ramène toute la physique à la mécanique céleste, comme M. Seguin aspire à le faire en considérant tous les corps comme des systèmes de petits astres tournant les uns autour des autres, selon les lois de la mécanique céleste[1], soit plutôt que l'on fasse voir que l'attraction newtonienne n'est qu'une conséquence d'actions qui s'exercent dans la contiguïté comme tous les autres phénomènes naturels. Il y a aujourd'hui contradiction entre la mécanique céleste et le reste de la

[1] M. Seguin vient de publier, dans le *Cosmos* du 21 juin, le résumé de son système ; l'idée fondamentale en est certainement très ingénieuse, mais il nous a semblé que l'illustre auteur ne tenait pas compte des grands progrès que la science a faits, en dehors de son école, depuis trente ans ; nous en avons compris les raisons en lisant les derniers paragraphes de son mémoire, où il déclare n'avoir acquis de « connaissances profondes et spéciales sur aucun des points particuliers du vaste réseau des sciences physiques. »

physique, et personne n'a pu montrer encore que cette contradiction n'est qu'apparente. Tant que l'état de perfection relative de la mécanique céleste laissait loin derrière elle les autres branches de la physique, il n'y avait pas à s'en inquiéter, parce que l'état de ces dernières n'était que provisoire; mais aujourd'hui la prépondérance de la mécanique céleste a cessé, et la théorie des ondulations lumineuses est à peu près aussi bien établie que l'attraction universelle. Or, quelle que soit la matière qui propage ces vibrations, que ce soit un éther en repos comme on l'admet généralement, ou une matière lumineuse en mouvement comme le voulait Newton, toujours est-il que l'espace inter-planétaire contient une matière *inerte* (puisqu'elle met un temps fini pour propager le mouvement lumineux) et par conséquent *résistante*. Pour démontrer la stabilité périodique de l'univers, il faudrait donc montrer que les effets des résistances de ce milieu se combinent entre eux de manière à restituer aux astres la vitesse qu'ils perdent à chaque instant.

La mécanique céleste est à refaire de ce point de vue, et quand on l'aura refaite, tôt ou tard il pourra bien arriver que l'on reconnaisse que le mouvement d'un corps solide dans un milieu élastique est à lui seul capable de produire l'attraction newtonienne. Si l'on se figure, en effet, l'éther comme un gaz très élastique ou très peu dense, ainsi qu'il faut le concevoir pour qu'il puisse transmettre la lumière avec l'immense vitesse qu'on lui connaît, l'effet du déplacement des astres dans ce gaz sera une aspiration dont l'intensité décroîtra d'une manière inversement proportionnelle au carré de la distance. Si l'on veut attribuer à cette seule cause toutes les attractions des corps célestes, il faut accorder à l'éther une élasticité prodigieuse qui le ferait pénétrer au travers de tous les corps, et l'on retombe ainsi sur la substance dont les physiciens admettent aujourd'hui la présence dans tous les corps pour expliquer plus aisément les mouvements de la lumière.

On trouvera peut-être que nous nous arrêtons avec trop de complaisance à une idée qui n'est, après tout, qu'une hypothèse. Si ce n'était qu'une vaine supposition comme une autre, nous ne nous y arrêterions pas, mais cette hypothèse a conduit un savant français, mort depuis quelques années seulement, M. de Boucheporn [1], à de nouvelles lois astronomiques qui ne le cèdent pas en importance, si elles sont vraies, aux fameuses lois de Képler, et nous avons quelques raisons pour croire qu'elles le sont. Nous ne pouvons cependant pas nous prononcer avec certitude, parce que les démonstrations de M. de Boucheporn sont faites mollement, et qu'il doue son

[1] *Du Principe général de la philosophie naturelle*, par F. de Boucheporn. Paris, chez Carilian-Gœury, 1853.

éther de propriétés qui nous paraissent contradictoires. Ces contradictions n'ont peut-être pas une grande importance sur les résultats définitifs. — Il y a tant de choses vraies qui ont été trouvées en partant de principes faux !

Ces réserves faites, nous allons mettre nos lecteurs en état de se faire par eux-mêmes une opinion sur l'œuvre de Boucheporn, dont la plupart n'ont sans doute pas entendu parler.

Le premier principe dont il part est que nous ne connaissons aucun corps exerçant un pouvoir d'attraction constaté qui ne se transporte dans l'espace et n'imprime à l'éther, en le déplaçant, une certaine quantité de mouvements. Ce principe établi, il pose les propositions suivantes, qui en sont des corollaires plus ou moins rigoureux.

La résistance de l'éther déplacé par un corps en mouvement produit une pression générale du fluide sur toute la surface du corps. Cette pression est égale au volume du corps, multiplié par le carré de sa vitesse linéaire.

L'attraction est proportionnelle au produit

$$\frac{n N V^2}{D^2}$$

n et N étant les volumes des corps attiré et attirant, V la vitesse absolue du corps attirant, et D la distance.

D'autre part, elle est proportionnelle à nV^2, V étant la vitesse relative du corps attiré par rapport au corps attirant.

La rotation du corps attirant a pour effet d'augmenter son pouvoir attractif.

Passant de là aux formules numériques, il obtient pour l'élément que les astronomes nomment *masse* des planètes, élément qui n'est déterminé jusqu'à présent que par l'observation, la formule suivante :

$$M = \frac{NV^2 \sqrt{\frac{A}{R}}}{1 - \frac{2}{3}\frac{\pi}{z}\frac{6}{\alpha}\left(\frac{R}{A}\right)^{\frac{3}{2}}}.$$

dans laquelle α et β désignent les axes du corps attirant, $\frac{1}{z}$ le rapport de la force centrifuge à la gravité à son équateur, A le rayon de l'orbite et R le rayon de la planète.

En appliquant cette formule aux sept anciennes planètes, l'auteur trouve des nombres dont les plus inexacts ne diffèrent pas de $\frac{1}{100}$ de ceux qui sont donnés dans les traités d'astronomie. L'écart est beaucoup plus grand pour Saturne et Neptune ; Boucheporn en attribue la

cause à la rotation énergique de ces planètes, dont il ne peut pas exactement tenir compte.

Une autre formule aussi simple donne le rapport entre la vitesse d'un astre et celle de son satellite ; on trouve ainsi :

Pour la lune $\frac{v}{V} = 0{,}031$ au lieu de 0,034 ; pour le 1er satellite de Jupiter $\frac{v}{V} = 1{,}368$ au lieu de 1,377, et pour le 1er satellite de Saturne $\frac{v}{V} = 1{,}46$ au lieu de 1,45. Pour les satellites d'Uranus, la formule ne se vérifie plus, toujours probablement pour la même cause. La même théorie conduit Boucheporn à déterminer *à priori* le nombre *g* de la théorie de la pesanteur en fonction de la vitesse de la terre et de son rayon ; il le trouve égal à $9{,}^{m}81$ à l'équateur, résultat qui diffère très peu de 9,78 donné par la pendule.

Nous ne pouvons pas attribuer ces coïncidences au hasard, et il était de notre devoir d'en parler quand l'occasion s'en présentait. — Dans le même ouvrage de M. de Boucheporn se trouvent un grand nombre de vues ingénieuses auxquelles nous sommes loin d'accorder une grande valeur, et dont plusieurs sont certainement erronées ; nous y reviendrons peut-être dans cette revue ; aujourd'hui nous dirons seulement, pour compléter ce qui est relatif aux attractions, que les attractions électriques proviennent, d'après lui, de vibrations éthérées qui ont lieu à la surface des corps, et cette conjecture se trouve merveilleusement appuyée par le fait de l'attraction que les corps vibrant dans l'air exercent sur les corps légers [1].

N. LANDUR.

COMPTES RENDUS DES SÉANCES PUBLIQUES HEBDOMADAIRES

DU CERCLE DE LA *PRESSE SCIENTIFIQUE*

Nouvelles épreuves du procédé de gravure de *M. Gengenbach*. — *M. de Caligny* envoie au Cercle son ouvrage sur les machines à air comprimé. — *M. le général Ménabréa* et le Cercle de la Presse scientifique. — Sur la statistique comparée des accidents des chemins de fer anglais et français, par *M. de Fonvielle* ; discussion à ce sujet ; *MM. Martin de Brettes, Barthe, Laurens, Féline, Caffe, Gierckens* et *Guillemin*. — Nouvelles découvertes archéologiques ; *M. Mingaud* (du Gard). — Sur la contagion de la morve ; analyse de la séance de l'Académie de médecine, par *M. Dally* ; *MM. Caffe, Sainte-Preuve, Féline, Maingaud*. — Démission de *M. Trilleau* ; son élection comme membre correspondant. — Bulletin de la Société minérale. — Documents relatifs à l'Exposition universelle de Londres ; exposition des arts industriels ; *MM. Barral* et *Breulier*. — Synthèse de la physique générale, par *M. le Dr Jules Guyot* ; *MM. Barral, Sainte-Preuve, Dally*. — Sur la comète de 1861 ; *M. Guillemin*. —

[1] M. le docteur Guyot, qui a découvert ce fait, en a fait l'expérience à l'une des dernières séances du Cercle de la Presse scientifique.

Brochures et journaux reçus par le Cercle ; analyse du *Nieuw Tizdschrift*, par *M. Fonvielle.*

SUITE DE LA SÉANCE DU 20 JUIN 1861. — Présidence de M. BARRAL.

M. Guyot remercie M. le président de sa communication intéressante sur l'important sujet des concours régionaux. Il insiste sur l'importance du rôle des femmes dans l'agriculture. D'ailleurs ce sont elles qui peuplent les campagnes.

M. Dally prie M. Barral de dire un mot de la question de la maladie de la vigne et de la diminution de culture qui en est résultée.

M. le président répond que le remède est trouvé et appliqué : c'est le soufrage de la vigne. La culture de la vigne a augmenté. Il cite l'Hérault qui a produit 100 millions par ses vignes.

M. Féline explique comment, dans certains pays du Nord, en Picardie, par exemple, on a arraché les vignes; on y faisait de très mauvais vins : on en demande aujourd'hui au Midi.

M. Guyot fait observer que les vignes de la Bourgogne et du centre de la France ont été épargnées, excepté les treilles, et, comparant leurs vins à ceux du Midi, il fait comprendre la raison de leur supériorité; les vins de Bourgogne, et en général du centre de la France, sont en effet d'une vente immédiate; aussi, un hectare en Bourgogne et en Champagne produit de 2 à 3,000 fr.; dans le Midi, 1,500 fr.

M. Garapon demande si des modifications dans le climat d'un pays n'ont pas été la cause des mauvais produits de la vigne.

M. Barral répond que des circonstances toutes locales expliquent ces changements, mais le Nord n'a jamais produit de bons vins.

M. Guyot ajoute que l'on néglige souvent d'exécuter la loi d'assolement, et qu'on ne fait pas assez attention au choix si important des cépages.

SÉANCE DU 27 JUIN 1861. — Présidence de M. le Dr CAFFE.

M. Gengenbach adresse au Cercle de nouvelles épreuves de son procédé de gravure. A ce sujet, divers membres demandent des détails sur les résultats de ce procédé. M. le secrétaire revient sur la communication faite précédemment. Il fait observer que le Cercle n'a point eu connaissance des moyens pratiques mêmes employés par M. Gengenbach, qui désire ne les point encore faire connaître; mais seulement des résultats obtenus qui paraissent très favorables à certains points de vue.

M. de Caligny fait hommage au Cercle d'un opuscule sur les machines à air comprimé, destinées à percer le mont Cenis. M. Garapon prend à ce sujet la parole, et exprime le désir que le travail de M. de Caligny soit transmis à notre collègue et collaborateur M. Mareschal, qui s'est spécialement occupé de la question traitée, et qui pourra en rendre compte ultérieurement. M. Sainte-Preuve offre de s'adresser directement à M. de Caligny pour le prier de faire au Cercle une communication verbale.

M. Caffe rappelle une communication analogue faite au Cercle par M. le général Ménabréa, actuellement ministre de la marine du roi d'Italie. Il émet le vœu qu'il soit écrit à notre illustre et ex-collègue pour réclamer son libre concours à l'œuvre du Cercle de la Presse scientifique.

M. Martin de Brettes, qui connaît particulièrement le général Ménabréa, explique par quelles raisons il s'est trouvé séparé du Cercle et du journal. Les opérations militaires, le siége de Gaëte ont dû absorber tout son temps et toutes ses facultés. Il serait opportun qu'on lui adressât de nouveau la *Presse scientifique des deux mondes*.

M. J. Fontaine est invité à répondre aux questions de calcul que lui poseront les membres du Cercle. M. Landur consacre ses soins à ces exercices de calcul mental.

En attendant la solution des questions posées, M. le président donne la parole à M. de Fonvielle pour sa communication sur la statistique des accidents sur les chemins de fer anglais.

« Depuis une dizaine d'années surtout, dit notre collègue, les chemins de fer anglais ont donné lieu à un trafic très considérable et à un nombre d'accidents proportionnel à leur importance. Par conséquent, il est possible d'obtenir de très curieux renseignements de l'étude de ces sinistres. Le Parlement a publié un grand nombre de statistiques malheureusement incomplètes, mais beaucoup plus détaillées cependant que les enquêtes analogues du ministère de commerce. Il résulte de la comparaison des chiffres constatés que la majeure partie des accidents tient aux collisions et chocs entre différents trains, de sorte qu'il suffirait d'organiser un système de signaux perfectionnés et d'arrêts momentanés, pour diminuer immédiatement, dans une très forte proportion, le nombre des sinistres. C'est la conséquence à laquelle sont arrivées les diverses commissions qui n'ont pas cru devoir imposer une limite de vitesse aux différentes compagnies, mais qui se sont bornées à demander la plus grande régularité dans la marche des trains et l'adoption de toutes les mesures de nature à rendre plus efficace le signalement des accidents qui peuvent survenir.

» La comparaison des résultats fournis par l'exploitation des chemins de fer français avec les chiffres recueillis en Angleterre, prouve que la proportion des sinistres a été moindre dans ce dernier pays, quoique la vitesse des trains soit plus grande, ce qui prouve que le danger ne croît pas avec la vélocité, comme on le supposait primitivement. Je pense qu'une très bonne mesure serait d'exiger des compagnies la publication des accidents de toute nature, avec l'indication des causes, dans les feuilles publiques, ou même dans le *Moniteur universel*. Grâce à ce procédé, le public lui-même surveillerait l'exploitation d'une manière excessivement efficace. »

M. Martin de Brettes constate un défaut d'exactitude dans les termes de comparaison. Les relevés d'accidents ayant eu lieu en France et en Angleterre à des époques différentes, les employés anglais et français ne pouvaient avoir alors les mêmes degrés d'expérience; l'un des éléments qui peuvent causer les accidents n'est donc pas doué d'une précision suffisante, et cette même inexactitude doit se reproduire dans les rapports déduits des nombres correspondants.

M. Barthe signale, comme une cause importante de recrudescence dans les accidents, la mauvaise qualité des fers anglais employés depuis quatre ou cinq ans. L'économie qu'on a voulu faire sur la fabrication du métal a été funeste : rails feuilletés, essieux brisés, roues cassées, voilà ce qui

a dû accroître beaucoup les accidents sur les chemins de fer en Angleterre.

M. de Fonvielle cite toutefois le froid excessif du dernier hiver, froid dont on n'avait pas eu d'exemple depuis l'établissement des chemins de fer sur une large échelle.

M. Barthe répond que cette cause est insuffisante pour expliquer l'accroissement du nombre des accidents, accroissement qui remonte à trois ou quatre ans au moins.

M. Laurens appuie les observations de M. Barthe sur la mauvaise fabrication des fers anglais, et il annonce que, pour la même raison, la France menace de tomber dans une pareille période d'accidents plus nombreux et plus graves.

M. Féline annonce la mort de l'un de nos collègues, M. Andraud, inventeur d'un projet de chemins de fer d'une espèce particulière, qu'il nomme chemins de fer éoliques. M. Féline propose au Cercle de lui rendre compte de cette invention dans une prochaine séance.

M. le président, revenant sur la statistique des accidents de chemins de fer, demande s'il n'y a pas, entre les deux peuples anglais et français, une différence dans le caractère au point de vue de la prudence, qui explique en partie la différence des nombres d'accidents. La police est moins rigoureuse en Angleterre, mais, en revanche, les voyageurs sont plus sur leur garde, plus attentifs.

M. Sainte-Preuve croit que la police anglaise a été améliorée.

M. Gierckens demande si les conclusions qu'on tire des données statistiques ne risquent pas le plus souvent d'être erronées par suite d'insuffisance et de défaut d'exactitude des nombres; si, dès lors, l'importance de ces conclusions n'est pas le plus souvent exagérée.

M. Guillemin répond que cette exactitude est d'autant plus grande que les documents employés sont en plus grand nombre, de façon à faire disparaître les anomalies, les exceptions dans les moyennes. Ces moyennes tirent toute leur valeur de ce qu'on nomme la *loi des grands nombres*, loi mathématiquement démontrée.

M. Mingaud fait part au Cercle de découvertes archéologiques importantes faites à Villeneuve-le-Roy et à Villeneuve-Saint-Georges : vases, armes et bronze, etc.

M. Dally rend compte de la dernière séance de l'Académie de médecine, dans laquelle M. Bouley a fait un remarquable rapport sur la maladie de la morve et sur le fait de sa transmission contagieuse à l'homme. Le cas cité par M. Bouley a donné lieu à une guérison. Il y a quinze ou vingt ans, on niait la transmissibilité de la morve du cheval à l'homme; M. Bouley lui-même était parmi les adversaires de cette opinion; mais en faisant une autopsie, il eut la morve, guérit et fut désormais convaincu. Le soufre, les alcalins, l'iode, tels étaient les remèdes vantés alors, mais M. Bourdon employa l'iodure de soufre dont l'efficacité est aujourd'hui hors de doute.

« En 1859, dit M. Bouley, je ne croyais pas à la contagion de la morve, et je vis fort de M. Rayer, qui venait étudier cette maladie à Alfort avec un télescope. Je fus victime de mon incrédulité; j'eus la morve pour m'être piqué en faisant l'autopsie d'un cheval morveux. Je guéris en mangeant des biftecks, des côtelettes, en buvant d'excellent vin, et en me promenant au grand air. »

M. Dally, en rendant justice à la science des vétérinaires, s'étonne qu'ils ne connaissent pas mieux — non la nature intime, nous ne connaissons la nature intime de rien — mais les évolutions de la morve. Il attribue cette ignorance au préjugé qui regardait cette affection comme incurable.

M. le docteur Caffe revient sur les considérations présentées par M. Dally, et il ajoute que, selon lui, l'état plus ou moins robuste des sujets influe beaucoup tant sur la contagion que sur la curabilité. Il cite, comme cas analogues, ceux de personnes rebelles, malgré leur imprudence, à la contagion syphilitique, et qu'un état de débilitation, produit par l'ivresse, avait rendues vulnérables. M. Caffe croit que l'iodure de soufre n'est qu'un auxiliaire dans la guérison de la morve. Il insiste, du reste, sur l'importance du traitement d'une maladie qui enlève chaque année pour plus de 4,000,000 de francs de chevaux.

M. Sainte-Preuve demande si le chlorure de soufre ne serait pas un remède à essayer.

M. Féline, répondant à une observation de M. Dally, dit que les propriétaires de chevaux morveux ont intérêt à les faire abattre pour préserver les autres chevaux de leurs écuries.

M. Mingaud cite le fait d'un cheval morveux, traité par l'arséniate de soude et l'arséniate de potasse, et par une pommade iodurée et soufrée: la bête ne mourut qu'au bout d'un an.

M. le président rappelle la série de prescriptions, d'expériences ordonnées par le ministère de la guerre, pour la solution d'une question aussi importante que celle de la guérison de la morve dans la cavalerie de l'armée.

Séance du 4 juillet 1861. — Présidence de M. Barral.

Notre collègue, M. Trilleau, écrit à M. le président pour le prévenir de la nécessité où il se trouve de donner sa démission de membre titulaire du Cercle. M. Trilleau est appelé à occuper le poste d'ingénieur directeur des travaux de la ville de Toulon. Mais il demande à conserver ses relations avec le Cercle à titre de membre correspondant.

Une proposition est faite au Cercle par M. le président, de procéder séance tenante à cette élection. M. Trilleau est élu membre correspondant. Sa nomination lui sera incessamment notifiée.

M. le secrétaire procède au dépouillement de la correspondance imprimée et signale les ouvrages reçus par le Cercle :

Le *Bulletin de la Société minérale*, accompagné d'un atlas de planches gravées. Ce recueil contient, dans la livraison que nous avons sous les yeux, un article de M. Fournet sur les zones houillères de Ternay, de Saint-Etienne et de diverses parties de la France, ainsi qu'un Mémoire plein de documents intéressants sur les mines de manganèse de la province de Huelva, en Andalousie. MM. Sévoz et Breuilhs, ingénieurs civils, sont les auteurs de ce dernier travail ;

Une notice très détaillée sur les instruments de précision, construits par M. J. Salleron ; appareils de chimie, instruments de physique appliqués aux essais et aux analyses. Un grand nombre de figures insérées dans le texte sont accompagnées d'explications, de descriptions qui font de ce vo-

lume une sorte de traité pratique de physique et de chimie; le *Domaine rural autour de Rome*, aspects, cultures, productions, salubrité, par D. Thibaut.

M. le président dépose sur le bureau les documents relatifs à l'Exposition universelle de Londres en 1862, règlements généraux, listes des commissions françaises nommées par le gouvernement, etc. Comme ces pièces sont de nature à intéresser les industriels, elles seront insérées en entier dans le prochain numéro de la *Presse scientifique des deux mondes*. M. le président entre à cet égard dans des développements qu'il a pu recueillir comme membre de la commission française : il a été question d'une exposition industrielle faite au Palais de l'Industrie, des objets destinés à l'Exposition anglaise.

M. Breulier annonce également le projet d'exposition artistique industrielle, approuvée par le ministre d'État, qui doit avoir lieu à Paris, au mois d'août de cette année. Il fait ressortir l'importance de cette exhibition spéciale, qui a pour but de favoriser le développement du goût et le progrès des arts appliqués à l'industrie.

M. le président insiste sur la distinction qu'il importe de faire entre la première de ces expositions et la seconde, dont il apprécie d'ailleurs le but et l'importance.

La parole est à M. le docteur Jules Guyot, pour l'exposé de ses doctrines de philosophie physique.

Le travail de M. Guyot devant être intégralement reproduit dans la *Presse scientifique des deux mondes* [1], nous nous bornons à le mentionner et à rappeler les expériences intéressantes qu'il a faites dans la séance même à l'appui de ses idées.

M. le président demande à M. Guyot s'il n'y a pas lieu de modifier les mots de *science officielle* qui reviennent à plusieurs reprises, au début de son discours. Il n'y a, suivant lui, qu'une science qui est *la science*; quant aux corps savants officiels, c'est autre chose, et il est possible que les observations de M. Guyot leur soient applicables.

M. Sainte-Preuve demande à présenter deux observations :

La première est relative à la définition de l'inertie. Depuis longtemps, depuis Euler, par exemple, l'ancienne définition de l'inertie est abandonnée. On n'admet plus nulle part, aujourd'hui, l'indifférence de la matière. L'inertie est la propriété qu'ont les corps de ne pouvoir modifier d'eux-mêmes l'état de mouvement ou de repos dans lequel ils se trouvent. C'est la définition adoptée par tous les programmes universitaires, par ceux de nos écoles savantes, en un mot par tous les ouvrages de science modernes.

Une seconde observation de M. Sainte-Preuve est relative aux travaux publiés, il y a déjà longtemps, par M. Saigey, par lesquels ce savant établit mathématiquement l'identité des agents physiques.

M. Guyot fait hommage au Cercle de deux volumes publiés par lui en 1832 et en 1835, sous les titres de : *Eléments de physique générale*, et *Des mouvements de l'air et des pressions de l'air en mouvement*, ouvrages qui contiennent le germe des doctrines qu'il expose aujourd'hui devant le Cercle.

[1] Voir le t. III de 1861, p. 130.

M. Dally demande s'il ne serait point possible à M. le docteur Guyot de préciser davantage le point de la science qu'il voudra traiter dans les séances suivantes du Cercle, afin que les membres, prévenus par l'ordre du jour, soient à même de préparer leurs observations.

M. Guyot répond qu'il est tout prêt à satisfaire au désir de M. Dally; c'est ainsi que, dans la séance prochaine, il s'occupera particulièrement de l'électricité.

M. Guillemin entre dans quelques détails sur la nouvelle comète [1].

SÉANCE DU 11 JUILLET 1861. — Présidence de M. BARRAL.

M. le docteur Esmein présente au Cercle, de la part de M. Lefebvre-Chabert, un Mémoire sur la guérison complète de toutes les parties de la vigne. Ce travail a obtenu de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale une récompense de 500 francs.

M. le secrétaire procède au dépouillement de la correspondance.

Le Cercle a reçu :

— De M. Vattemare, une brochure sur le *fibrilia*, substitut pratique et économique du coton ;

— De M. Morel-Lavallée, une description d'une machine à imprimer sur tissus et sur papier, à caractères mobiles, d'un frein automoteur et d'une serrure de sûreté ;

— De M. E. Marey-Monge, une brochure intitulée : *l'Accord de la Bible et des sciences*, éclairant certains faits obscurs;

— Les *Annales télégraphiques*, contenant, entre autres articles intéressants, une notice sur l'emploi des tuyaux atmosphériques pour le transport des dépêches en Angleterre ;

— *Le Technologiste*, dans lequel M. le secrétaire signale la description d'une boîte d'essieu à eau, supérieure aux boîtes à graisse généralement employées dans les wagons.

Une note de M. Fonvielle donne le détail des articles contenus dans un journal hollandais, le *Nieuw Tizdschrift*, reçu par le Cercle :

« Un journal hollandais, le *Nieuw Tizdschrift*, publié à Rotterdam, par le professeur Bleekrode, contient des articles très intéressants, mais qui heureusement peuvent être lus dans une langue plus répandue;

» 1° Un long travail de M. Raudot, de Paris, sur la *Chine et Péking*. M. Raudot a été envoyé en Chine par la Chambre de commerce de Lyon, et a déjà fait plusieurs remarquables publications sur cet immense empire aujourd'hui ouvert au commerce européen;

» 2° Un mémoire sur la photographie, traduit du journal de la Société des Arts, organe de la société qui a eu l'honneur d'organiser l'exposition universelle de 1862 ;

» 3° Un ensemble de documents très intéressants sur l'exposition universelle de 1862, à laquelle le *Nieuw Tizdschrift* conserve une place à part. »

9 Ap62 AMÉDÉE GUILLEMIN.

[1] Voir à cet égard la *Presse scientifique des deux mondes*, t. III de 1861, p. 105.

Paris.— Imprimerie de DUBUISSON et C°, rue Coq-Héron, 5.

LA PRESSE SCIENTIFIQUE DES DEUX MONDES

Est publiée sous la direction de M. **J.-A. BARRAL**, président du *Cercle de la Presse scientifique*, membre de la Société impériale et centrale d'agriculture le France, professeur de chimie, ancien élève et répétiteur de l'École polytechnique, nembre de la Société philomathique, des Conseils d'administration de la Société :himique et de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale ; des Sociétés l'agriculture ou académies d'Alexandrie, Caen, Clermont, Dijon, Florence, Lille, Lyon, Luxembourg, Meaux, Metz, Munich, New-York, Rouen, Spalato, Toulouse, Turin, Vienne, etc.

M. AMÉDÉE GUILLEMIN est secrétaire de la rédaction.

La *Presse scientifique des deux mondes* publie périodiquement le compte rendu des séances du *Cercle de la Presse scientifique*, dont le conseil d'administration est ainsi composé : *Président :* M. Barral. — *Vice-Présidents :* MM. le docteur Caffe, rédacteur en chef du *Journal des Connaissances médicales*; vicomte Du Moncel, ingénieur civil, auteur de la *Revue annuelle des applications de l'électricité*; Faure, ingénieur civil, professeur à l'École centrale des arts et métiers ; Ad. Féline. — *Trésorier* : M. Breulier, avocat à la Cour impériale. — *Secrétaire :* M. Félix Foucou, ingénieur. — *Vice-Secrétaire :* M. Desnos, ingénieur civil, directeur du journal *l'Invention*. — *Membres :* MM. Barthe ; Baudouin, manufacturier ; Bertillon, docteur en médecine ; Bonnafont, docteur en médecine ; Paul Borie, manufacturier ; Chenot fils, ingénieur civil ; Cazin, docteur en médecine ; E. Dally, docteur en médecine ; César Daly, directeur de la *Revue générale de l'Architecture et des Travaux publics ;* Garnier fils, horloger-mécanicien ; H. Gaugain, rédacteur en chef du *Journal des Mines ;* Hugonnenc ; Komaroff, colonel du génie russe ; Laurens, ingénieur civil ; Martin de Brettes, capitaine d'artillerie, professeur à l'École d'artillerie de la garde ; Maréschal (neveu), constructeur-mécanicien ; Mis de Montaigu ; Victor Meunier, rédacteur de l'*Opinion nationale ;* Perrot, manufacturier ; Henri Robert, horloger de la Marine ; Silbermann (aîné), conservateur des galeries du Conservatoire des arts et métiers.

Le *Cercle de la Presse scientifique* a ses salons de lecture et de conversation, 20, rue Mazarine, aux bureaux de la *Presse scientifique des deux mondes*. — Il tient ses séances publiques hebdomadaires tous les jeudis, 7, rue de la Paix, à 8 heures du soir.

M. BARRAL rédige la Chronique de la science et de l'industrie de chaque quinzaine ; M. VICTOR MEUNIER, la géologie et la paléontologie ; M. le docteur CAFFE et M. le docteur E. DALLY, la médecine ; M. le docteur BERTILLON, la biologie et la statistique ; M. GUILLARD, la botanique ; M. KOMAROFF, le mouvement des sciences en Russie ; M. de LUCA, celui des sciences en Italie ; M. BARTHE, celui des sciences et de l'industrie en Amérique ; M. FORTHOMME, celui de la physique expérimentale et mathématique en Allemagne ; M. L. SIMONIN, celui des sciences en Espagne et dans l'Amérique espagnole ; M. DU MONCEL, l'électricité et le magnétisme ; M. FOUCOU, les mathématiques et la physique générale ; M. AMÉDÉE GUILLEMIN, l'astronomie ; M. MARESCHAL (neveu), la mécanique pratique ; M. STANISLAS MEUNIER, la chimie ; M. BREULIER, le droit et ce qui concerne les brevets d'invention ; M. MAURICE, ingénieur civil, l'industrie ; M. H. GAUGAIN, les mines.

Tout ce qui concerne la PRESSE SCIENTIFIQUE DES DEUX MONDES *doit être adressé* franco *à* M. BARRAL, *directeur, rue Notre-Dame-des-Champs, n°* 82, ou *rue Mazarine, n°* 20, *à Paris.*

Le CERCLE DE LA PRESSE SCIENTIFIQUE tient ses séances hebdomadaires, *publiques et gratuites*, le jeudi, à huit heures du soir, rue de la Paix, 7, dans la salle des Entretiens et Lectures.

LA

PRESSE SCIENTIFIQUE DES DEUX MONDES

PARAIT

tous les quinze jours, le 1er et le 16 de chaque mois, par livraisons de 100 pages grand in-8°

ET FORME TOUS LES TROIS MOIS UN VOLUME DE 600 PAGES — 4 VOL. PAR AN

Des gravures sont intercalées dans le texte toutes les fois que cela est nécessaire

PRIX DE L'ABONNEMENT

PARIS ET LES DÉPARTEMENTS

Un An..... 25 fr. | Six Mois..... 14 fr.

ÉTRANGER

Franco jusqu'à destination

	UN AN	SIX MOIS
Belgique, Italie, Suisse	29 fr.	16 fr
Angleterre, Autriche, Bade, Bavière, Égypte, Espagne, Grèce, Hesse, Pays-Bas, Prusse, Saxe, Turquie, Wurtemberg	33	18
Colonies anglaises et françaises, Cuba (voie d'Angleterre), Iles Ioniennes, Moldo-Valachie	37	20
États-Romains	43	23
Franco jusqu'à la frontière de France		
Danemark, Villes libres et Duchés allemands	25	14
Franco jusqu'à leur frontière		
Portugal	29	16
Pologne, Russie, Suède	33	18
Brésil, Buénos-Ayres, Canada, Californie, États-Unis, Mexique, Montévidéo (voie d'Angleterre)	37	20
Bolivie, Chili, Nouvelle-Grenade, Pérou, Java, Iles Philippines (voie d'Angleterre)	43	23

Le prix de chaque Livraison, vendue séparément, est de 1 fr. 50 c.

ON S'ABONNE :

A Paris.....	aux bureaux de la PRESSE SCIENTIFIQUE DES DEUX MONDES, 20, rue Mazarine;
—	à l'imprimerie de Dubuisson et Ce, 5, rue Coq-Héron.
Dans tous les Départements :	chez tous les Libraires.
A Saint-Pétersbourg.	S. Dufour; — Jacques Issakoff.
A Londres.....	Baillière, 219, Regent street; — Barthès et Lowell, 14, Great Marlborough street.
A Bruxelles.....	Emile Tarlier, 5, rue Montagne-de-l'Oratoire; — A. Deck.
A Leipzig.....	T.-O. Weigel; — Kœnigs-Strasse.
A New-York.....	Baillière; — Wiley.
A Vienne.....	Gerold; — Sintenis.
A Berlin.....	bureau des postes.
A Turin.....	Bocca; — Gianini; — Marietti.
A Milan.....	Dumolard.
A Madrid.....	Bailly-Baillière.
A Constantinople....	Wick; — bureau des postes.
A Calcutta.....	Smith, Eldez et Ce.
A Rio-Janeiro.....	Garnier; — Avrial; — Belin.

Paris. — Imp. de Dubuisson et Ce, rue Coq-Héron, 5. (2780